



# НТО

**МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ**  
**Всероссийской междисциплинарной олимпиады**  
**школьников 8–11 класса**  
**«Национальная технологическая олимпиада»**  
**по профилю**  
**«Современная пищевая инженерия»**

2024/25 учебный год

*[ntcontest.ru](https://ntcontest.ru)*

УДК 373.5.016:663/664  
ББК 74.263.2  
С56

Авторы:

Е. А. Абакумова, А. В. Аулова, Л. И. Барыбина, Е. В. Белоусова, А. А. Борисенко, Р. О. Будкевич, Л. А. Гордиенко, Н. В. Демидова, О. Ю. Заборская, Е. Е. Катунина, Н. Д. Лупандина, С. В. Лодыгина, А. В. Малсугенов, Т. А. Маннанов, Н. П. Оботурова, И. А. Поликарпов, А. В. Савва, О. Е. Самсонова, В. Дж. Эрешова

**С56** Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада». Учебно-методическое пособие  
Том 29 **Современная пищевая инженерия**  
— М.: Ассоциация участников технологических кружков, 2025. — 327 с.

ISBN 978-5-908021-28-9

Данное пособие разработано коллективом авторов на основе опыта проведения всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада» в 2024/25 учебном году, а также многолетнего опыта проведения инженерных соревнований для школьников. В пособии собраны основные материалы, необходимые как для подготовки к олимпиаде, так и для углубления знаний и приобретения навыков решения инженерных задач.

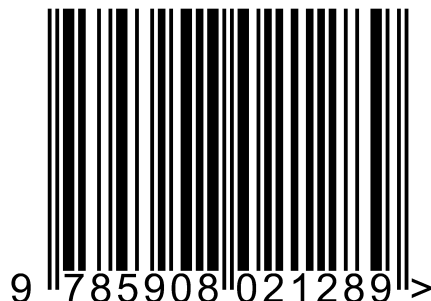
В издании приведены варианты заданий по профилю Национальной технологической олимпиады за 2024/25 учебный год с ответами, подробными решениями и комментариями. Пособие адресовано учащимся 8–11 классов, абитуриентам, школьным учителям, наставникам и преподавателям учреждений дополнительного образования, центров молодежного и инновационного творчества и детских технопарков.

Методические материалы также могут быть полезны студентам и преподавателям направлений, относящихся к группам:

19.00.00 Промышленная экология и биотехнологии

27.00.00 Управление в технических системах

ISBN 978-5-908021-28-9



УДК 373.5.016:663/664

ББК 74.263.2

# Оглавление

<b>1 Введение</b>	<b>5</b>
1.1 Национальная технологическая олимпиада	5
1.2 Современная пищевая инженерия	13
<b>2 Первый отборочный этап</b>	<b>16</b>
2.1 Работа наставника НТО на этапе	16
2.2 Предметный тур. Химия	17
2.2.1 Первая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	17
2.2.2 Первая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	26
2.2.3 Вторая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	37
2.2.4 Вторая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	47
2.2.5 Третья волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	60
2.2.6 Третья волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	72
2.2.7 Четвертая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	85
2.2.8 Четвертая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	97
2.3 Предметный тур. Биология	111
2.3.1 Первая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	111
2.3.2 Первая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	117
2.3.3 Вторая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	125
2.3.4 Вторая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	131
2.3.5 Третья волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	139
2.3.6 Третья волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	146
2.3.7 Четвертая волна. Задачи 8–9 класса . . . . .	154
2.3.8 Четвертая волна. Задачи 10–11 класса . . . . .	160
2.4 Инженерный тур	168
<b>3 Второй отборочный этап</b>	<b>181</b>
3.1 Работа наставника НТО на этапе	181

<b>3.2 Инженерный тур</b>	<b>183</b>
3.2.1 Командные задачи . . . . .	183
3.2.2 Задания для инженера-биофизика . . . . .	205
3.2.3 Задания для специалиста по качеству . . . . .	208
<b>4 Заключительный этап</b>	<b>218</b>
<b>4.1 Работа наставника НТО при подготовке к этапу</b>	<b>218</b>
<b>4.2 Предметный тур</b>	<b>220</b>
4.2.1 Химия. 8–9 классы . . . . .	220
4.2.2 Химия. 10–11 классы . . . . .	231
4.2.3 Биология. 8–9 классы . . . . .	246
4.2.4 Биология. 10–11 классы . . . . .	254
<b>4.3 Инженерный тур</b>	<b>262</b>
4.3.1 Общая информация . . . . .	262
4.3.2 Легенда задачи . . . . .	262
4.3.3 Требования к команде и компетенциям участников . . . . .	266
4.3.4 Оборудование и программное обеспечение . . . . .	266
4.3.5 Описание задачи . . . . .	268
4.3.6 Система оценивания . . . . .	281
4.3.7 Решение задачи . . . . .	284
4.3.8 Материалы для подготовки . . . . .	323
<b>5 Критерии определения победителей и призеров</b>	<b>325</b>
<b>6 Работа наставника после НТО</b>	<b>327</b>



# 1. Введение

## 1.1. Национальная технологическая олимпиада

Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада» (далее — Олимпиада, НТО) проводится в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 10.02.2022 № 211-р при координации Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и при содействии Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Ассоциации участников технологических кружков, Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов, АНО «Россия — страна возможностей», АНО «Платформа Национальной технологической инициативы» и Российского движения детей и молодежи «Движение Первых».

Проектное управление Олимпиадой осуществляет структурное подразделение Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» — Центр Национальной технологической олимпиады. Организационный комитет по подготовке и проведению Национальной технологической олимпиады возглавляют первый заместитель Руководителя Администрации Президента Российской Федерации С. В. Кириенко и заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д. Н. Чернышенко.

Национальная технологическая олимпиада — это командная инженерная Олимпиада, позволяющая школьникам работать в самых передовых инженерных направлениях. Она базируется на опыте Олимпиады Кружкового движения НТИ и проводится с 2015 года, а с 2016 года входит в перечень Российского совета олимпиад школьников и дает победителям и призерам льготы при поступлении в университеты.

Всего заявки на участие в десятом юбилейном сезоне (2024–25 гг.) самых масштабных в России командных инженерных соревнованиях подали более 140 тысяч школьников. Общий охват олимпиады с 2015 года превысил 880 тысяч участников.

НТО способствует формированию профессиональной траектории школьников, увлеченных научно-техническим творчеством и помогает им:

- определить свой интерес в мире современных технологий;
- получить опыт решения комплексных инженерных задач;
- осознанно выбрать вуз для продолжения обучения и поступить в него на льготных условиях.

Кроме того, НТО позволяет каждому участнику познакомиться с перспективными направлениями технологического развития, ведущими экспертами и найти единомышленников.

## ***Ценности НТО***

Национальная технологическая олимпиада — командные инженерные соревнования для школьников и студентов. Олимпиада создает уникальное пространство, основанное на общих ценностях и смыслах, которыми делятся все участники процесса: школьники, студенты, организаторы, наставники и эксперты. В основе Олимпиады лежит представление о современном технологическом образовании как новом укладе жизни в быстро меняющемся мире. Эта модель предполагает:

- доступность качественного обучения для всех, кто стремится к знаниям;
- возможность непрерывного развития;
- совместное формирование среды, где гуманитарные знания и новые технологии взаимно усиливают друг друга.

Это — образ общества будущего, в котором участники Олимпиады оказываются уже сегодня.

### ***Решать прикладные задачи, нацеленные на умножение общественного блага***

В заданиях Олимпиады используются актуальные вызовы науки и технологий, адаптированные под уровень школьников. Они имеют прикладной характер и отражают реальные потребности общества, а системное и профессиональное решение подобных задач способствует развитию общего блага. Олимпиада предоставляет возможность попробовать себя в этом направлении уже сегодня и найти единомышленников.

### ***Создавать, а не только потреблять***

Стремление к созданию нового ценится выше потребления готового, а ориентация на общественную пользу — выше личной выгоды. Это не исключает заботу о собственных интересах, но подчеркивает: творчество приносит больше удовлетворения, чем пассивное потребление. Олимпиада — совместный труд организаторов, партнеров и участников, в котором важнее стремление решать общие задачи, чем критика чужих усилий.

### ***Работать в команде***

Командная работа рассматривается не только как эффективный способ достижения целей, но и как основа для формирования сообщества, объединенного общими ценностями. Команда помогает раскрыть индивидуальность каждого, при этом сохраняя уважение к другим. Такие горизонтальные связи необходимы для реализации амбициозных технологических проектов. Олимпиада способствует формированию подобного сообщества и приглашает к его созданию всех заинтересованных.

### ***Осваивать и ответственно развивать новые технологии***

Сообщество Национальной технологической олимпиады — часть Кружкового движения НТИ, объединенные интересом к современным технологиям, стремлением

к их пониманию и созданию нового. Возможности технологий постоянно расширяются, однако развитие должно сопровождаться ответственностью. Этика инженера и ученого предполагает осознание последствий своих решений. Главное правило — создавая новое, не навредить.

### ***Играть честно и пробовать себя***

Ценится честная победа, достигнутая в рамках установленных правил. Это предполагает отказ от списывания, давления и манипуляций. Честная игра означает уважение к себе, команде и соперникам. Олимпиада поддерживается как безопасное пространство, где каждый может пробовать новое, не опасаясь ошибок, и постепенно становиться сильнее и увереннее в себе.

### ***Быть человеком***

Соревнования — это сложный и эмоционально насыщенный процесс, в котором особенно важны порядочность, вежливость и чуткость. Эмпатия, уважение и забота делают участие полезным и комфортным. Высоко ценится бережное отношение к людям и их труду, отказ от токсичной критики и готовность нести ответственность за слова и поступки. Участие в общем деле помогает не только окружающим, но и самому человеку.

## ***Организационная структура НТО***

НТО — межпредметная олимпиада. Спектр соревновательных направлений (профилей НТО) сформирован на основе актуального технологического пакета и связан с решением современных проблем в различных технологических отраслях. С полным перечнем направлений (профилей) можно ознакомиться на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/>.

Соревнования в рамках НТО проводятся по четырем трекам:

1. НТО Junior для школьников (5–7 классы).
2. НТО школьников (8–11 классы).
3. НТО студентов.
4. Конкурс цифровых портфолио «Талант НТО».

В 2024/25 учебном году 21 профиль НТО включен в Перечень олимпиад школьников, ежегодно утверждаемый Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также в Перечень олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, утверждаемый приказом Министерства просвещения Российской Федерации. Это дает право победителям и призерам профилей НТО поступать в вузы страны без вступительных испытаний (БВИ), получить 100 баллов ЕГЭ или дополнительные 10 баллов за индивидуальные достижения. Преимущества при поступлении победителям и призерам НТО предлагают более 100 российских вузов.

НТО для школьников 8–11 классов проводится в три этапа:

- Первый отборочный этап — заочный индивидуальный. Участникам предлагаются предметный тур, состоящий из задач по двум предметам, связанным

с выбранным профилем, а также инженерный тур, задания которого погружают участников в тематику профиля; образовательный модуль формирует теоретические знания и представления.

- Второй отборочный этап — заочный командный. На этом этапе участники выполняют как индивидуальные задания на проверку компетенций, так и командные задачи, соответствующие выбранному профилю.
- Заключительный этап — очный командный. В течение 5–6 дней команды участников со всей страны, успешно прошедшие оба отборочных этапа, соревнуются в решении комплексных прикладных инженерных задач.

### ***Профили НТО 2024/25 учебного года и соответствующий уровень РСОШ***

#### **Профили II уровня РСОШ:**

- Автоматизация бизнес-процессов.
- Автономные транспортные системы.
- Беспилотные авиационные системы.
- Водные робототехнические системы.
- Инженерные биологические системы.
- Наносистемы и наноинженерия.
- Нейротехнологии и когнитивные науки.
- Технологии беспроводной связи.
- Цифровые технологии в архитектуре.
- Ядерные технологии.

#### **Профили III уровня РСОШ:**

- Анализ космических снимков и геопространственных данных.
- Аэрокосмические системы.
- Большие данные и машинное обучение.
- Геномное редактирование.
- Интеллектуальные робототехнические системы.
- Интеллектуальные энергетические системы.
- Информационная безопасность.
- Искусственный интеллект.
- Летающая робототехника.
- Спутниковые системы.
- Кластер «Виртуальные миры»:
  - ◊ Разработка компьютерных игр.
  - ◊ Технологии виртуальной реальности.
  - ◊ Технологии дополненной реальности.

#### **Профили без уровня РСОШ:**

- Инфохимия.
- Квантовый инжиниринг.
- Новые материалы.
- Программная инженерия в финансовых технологиях.

- Современная пищевая инженерия.
- Умный город.
- Урбанистика.
- Цифровые сенсорные системы.
- Разработка мобильных приложений.

Обратите внимание на то, что в олимпиаде 2025/26 учебного года список профилей, в т. ч. входящих в РСОШ, и уровни РСОШ могут поменяться.

Участие в НТО старшеклассников может принять любой школьник, обучающийся в 8–11 классе. Чаще всего Олимпиада привлекает:

- учащихся технологических кружков, интересующихся инженерными и робототехническими соревнованиями;
- школьников, увлеченных олимпиадами и предпочитающих межпредметный подход;
- энтузиастов передовых технологий;
- активных участников хакатонов, проектных конкурсов и профильных школ;
- будущих предпринимателей, ищущих команду для реализации стартап-идей;
- любознательных школьников, стремящихся выйти за рамки школьной программы.

Познакомить школьников с НТО и ее направлениями, а также мотивировать их на участие в Олимпиаде можно с помощью специальных мероприятий — Урока НТО и Дней НТО. Методические рекомендации для педагогов по проведению Урока НТО и организации Дня НТО в образовательной организации размещены на сайте: <https://nti-lesson.ru>. Здесь можно подобрать и скачать готовые сценарии занятий и подборки материалов по различным направлениям Олимпиады.

Участвуя в НТО, школьники получают возможность работать с практико-ориентированными задачами в области прорывных технологий, собирать команды единомышленников, погружаться в профессиональное сообщество, а также заработать льготы для поступления в вузы.

По всей стране работают площадки подготовки к НТО, которые помогают привлекать участников и проводят мероприятия по подготовке к этапам Олимпиады. Такие площадки могут быть открыты на базе:

- школ и учреждений дополнительного образования;
- частных кружков по программированию, робототехнике и другим технологическим направлениям;
- вузов;
- технопарков и других образовательных и научно-технических организаций.

Любое образовательное учреждение, ученики которого участвуют в НТО или НТО Junior, может стать площадкой подготовки к Олимпиаде и присоединиться к Кружковому движению НТИ. Подробные инструкции о том, как стать площадкой подготовки, размещены на сайте: <https://ntcontest.ru>. Условия регистрации и требования к ним актуализируются с развитием Олимпиады, а обновленная информация публикуется перед началом каждого нового цикла.

## Наставники НТО

В Национальной технологической олимпиаде большое внимание уделяется работе с **наставниками** — людьми, сопровождающими участников на всех этапах подготовки и участия в Олимпиаде. Наставник оказывает поддержку как в решении организационных вопросов, так и в развитии технических и социальных навыков школьников, включая умение работать в команде.

Наставником НТО может стать любой взрослый, готовый помогать школьникам развиваться и готовиться к участию в инженерных соревнованиях. Это может быть:

- учитель школы или преподаватель вуза;
- педагог дополнительного образования;
- руководитель кружка;
- родитель школьника;
- специалист из технологической области или представитель бизнеса.

Даже если наставник сам не обладает достаточными знаниями в определенной области, он может привлекать к подготовке коллег и экспертов, а также оказывать поддержку и организовывать процесс обучения для самостоятельных учеников. Сегодня сообщество наставников НТО насчитывает более **7 000 человек** по всей стране.

Главная цель наставника — **организовать системную подготовку к Олимпиаде в течение всего учебного года**, поддерживать интерес и мотивацию участников, а также помочь им справляться с возникающими трудностями. Также наставник фиксирует цели команды и каждого участника, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать развитие профессиональных и личных компетенций.

### *Основные направления работы наставника*

Организационные задачи:

- Информирование и мотивация: наставник рассказывает учащимся об НТО, ее этапах и преимуществах, помогает с выбором подходящего профиля, ориентируясь на интересы и способности школьников.
- Составление программы подготовки: формируется расписание и план занятий, организуется работа по освоению необходимых знаний и навыков.
- Контроль сроков: наставник следит за календарем Олимпиады и напоминает участникам о сроках решения заданий отборочных этапов.

Содержательная подготовка:

- Оценка компетенций участников: наставник помогает определить сильные и слабые стороны учеников и подбирает задания и материалы для устранения пробелов.
- Подготовка к отборочным этапам: помощь в изучении рекомендованных материалов, заданий прошлых лет, онлайн-курсы по профилям.
- Подготовка к заключительному этапу: разбираются задачи заключительных этапов прошлых лет, отслеживаются подготовительные мероприятия (очные и дистанционные), в которых наставник рекомендует ученикам участвовать.

Развитие личных и командных навыков:

- Формирование команд: наставник помогает сформировать сбалансированные команды для второго отборочного и финального этапов, распределить роли, при необходимости ищет участников из других регионов и организует онлайн-коммуникацию.
- Анализ прогресса и опыта: после каждого этапа проводится совместная рефлексия, обсуждаются успехи и трудности, выявляются зоны роста и направления для дальнейшего развития.
- Поддержка и мотивация: наставник поддерживает интерес и энтузиазм участников (особенно в случае неудачных результатов), помогает справиться с разочарованием и сохранить настрой на дальнейшее участие.
- Построение индивидуальной образовательной траектории: наставник помогает школьникам осознанно планировать дальнейшее обучение: выбирать курсы, участвовать в конкурсах, определяться с вузами и направлениями подготовки.

## Поддержка наставников НТО

Работе наставников посвящен отдельный раздел на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/mentors/>.

Для систематизации знаний и подходов к работе наставников в рамках инженерных соревнований разработан курс «Дао начинающего наставника: как сопровождать инженерные команды»: <https://stepik.org/course/124633/>. Курс формирует общие представления об их работе в области подготовки участников к инженерным соревнованиям.

Для совершенствования профессиональных компетенций по направлениям профилей создан курс «Дао начинающего наставника: как развивать технологические компетенции»: <https://stepik.org/course/186928/>.

Для организации занятий с учениками педагогам предлагаются образовательные программы, разработанные на основе многолетнего опыта организации подготовки к НТО. В настоящий момент они представлены по передовым технологическим направлениям:

- компьютерное зрение;
- геномное редактирование;
- водная, летающая и интеллектуальная робототехника;
- машинное обучение и искусственный интеллект;
- нейротехнологии;
- беспроводная связь, дополненная реальность.

Программы доступны на сайте: <https://ntcontest.ru/mentors/education-programs/>.

Регистрируясь на платформе НТО, наставники получают доступ к личному кабинету, в котором отображается расписание отборочных соревнований и мероприятий по подготовке, требования к знаниям и компетенциям при решении задач отборочных этапов.

Сообщество наставников НТО существует и развивается. Ежегодно Кружко-

вое движение НТИ проводит Всероссийский конкурс технологических кружков: <https://konkurs.kruzhok.org/>. Принять участие в конкурсе может каждый наставник.

В 2022 году было выпущено пособие «Технологическая подготовка инженерных команд. Методические рекомендации для наставников». Методические рекомендации предназначены для учителей технологий, а также наставников и педагогов кружков и центров дополнительного образования. Рекомендации направлены на помощь в процессе преподавания технологий в школе или в кружке. Пособие построено на примерах из реального опыта работы со школьниками, состоит из теоретических положений, посвященных популярным взглядам в педагогике на тему подготовки инженерных команд к соревнованиям. Электронное издание доступно по ссылке: <https://journal.kruzhok.org/tpost/pggs3bp7y1-tehnologicheskaya-podgotovka-inzhenernih>.

В нем рассмотрены особенности подготовки к пяти направлениям:

- Большие данные.
- Машинное обучение.
- Искусственный интеллект.
- Спутниковые системы.
- Летающая робототехника.

Для наставников НТО разработана и постоянно пополняется страница с материалами для профессионального развития: <https://nto-forever.notion.site/c9b9cbd21542479b97a3fa562d15e32a>.



## 1.2. Современная пищевая инженерия

Рынок пищевых продуктов для здорового питания является стратегическим в соответствии с государственной политикой в сфере мотивации населения к здоровому образу жизни, а разработка технологических решений по созданию функциональных продуктов питания соответствует приоритетным направлениям научно-технологического развития РФ (Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утверждена Указом Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145).

Профиль Современная пищевая инженерия направлен на формирование компетенций, позволяющих на основе наукоемких технологий создавать конкурентоспособную высокотехнологичную пищевую продукцию для здорового питания населения Российской Федерации.

При современном стремительном темпе жизни и большой загруженности население всего мира сталкивается с проблемой обеспечения здоровым, безопасным и качественным питанием, соответствующим по нутриентному составу и энергетической ценности физиологическим потребностям конкретного индивидуума. Актуальными задачами для нашей страны являются:

- расширение ассортимента функциональных пищевых продуктов с включением в рецептуры высококачественных ингредиентов отечественного производства;
- применение нетрадиционных сырьевых ресурсов;
- улучшение технологий производства, обеспечивающих импортозамещение;
- максимальная безопасность и качество готовых изделий.

Помощниками в решении данной задачи могут стать передовые производственные компании, а также цифровые сервисы, специализирующиеся на производстве и доставке персонализированного питания. Участникам профиля пробуют свои силы в качестве представителей команды одной из таких передовых производственных компаний и пытаются решить технологическую задачу заключительного этапа по разработке персонализированного рациона питания и «еды будущего».

Для разработки такого рациона питания и функциональных пищевых продуктов необходимо обработать и провести анализ большого количества информации числового характера, такой, например, как химический состав пищевых продуктов или физиологические потребности организма человека в пищевых веществах. Поэтому методология создания персонализированных рационов и пищевых продуктов, являющаяся основой для заданий профиля, сформирована на применении цифровых технологий и электронных баз данных.

Задания включают:

- работу по построению и анализу цифрового нутритивного профиля потребителя;
- выполнение биоимпедансного анализа состава его тела;
- разработку персонализированного рациона и инновационного пищевого продукта;
- проведение физико-химических испытаний прототипов и осуществление их

подготовки к производству в промышленных масштабах.

В распоряжении участников находится модель с антропометрическими характеристиками, физической нагрузкой, среднестатистическим рационом питания и результатами медицинского обследования потребителя.

При выполнении заданий используются специализированные программные продукты и современные информационные технологии. Командам необходимо провести анализ нутритивного статуса потребителя. В рацион необходимо включить разработанную индивидуально каждой командой рецептуру инновационного пищевого продукта «еды будущего» с обоснованием технологии его производства и положительного эффекта для потребителя.

При выборе технологических процессов и режимов команды руководствуются следующими принципами, а именно, пищевой продукт должен:

- отвечать требованиям качества и безопасности;
- быть персонализированным и инновационным с точки зрения соотношения органолептических характеристик, ингредиентного состава и функциональных свойств для целевого потребителя;
- включать нестандартные технологические решения.

В лабораторно-производственных условиях с использованием современного оборудования команды осуществляют выработку прототипов предложенных продуктов и исследование их качественных характеристик. Для постановки разработанного продукта на промышленное производство они подбирают оборудование и составляют машинно-аппаратурную схему его производства.

Задача заключительного этапа — комплексная и интегративная, поэтому полное оптимальное ее решение чрезвычайно сложно, однако приблизиться к нему способна каждая команда. Качество и сложность используемых приближений отражает глубину понимания, знаний и уровень способностей участников.

Отборочные этапы и сопровождающие мероприятия по профилю спроектированы таким образом, чтобы в течение года постепенно ввести участников Олимпиады в контекст и основную технологическую задачу профиля, подготовить их к заключительному этапу.

**Первый отборочный этап** (дистанционный индивидуальный) состоит из решения предметных задач (химия, биология) и инженерного тура, направленных на приобретение участниками вводных знаний в области нутрициологии, пищевой химии, физиологии питания, технологии продуктов питания и оценки их качества.

Задача **второго отборочного (командного) этапа** является общей для всех членов команды. Она состоит из подзадач, представляющих собой упрощенные или видоизмененные подзадачи заключительного этапа. Они ориентированы на определенную роль, но при этом имеют взаимосвязь с другими подзадачами и могут использовать их решения в качестве исходных данных.

Важным элементом второго этапа является формирование команды и эффективное взаимодействие внутри нее. Участникам рекомендуется распределить обязанности в соответствии с выбранными ролями. При этом нелишне устраивать краткие обсуждения решения задачи между собой. Такое взаимодействие позволяет усилить как личные, так и командные навыки и найти наилучшее решение за достаточно сжатый период второго этапа.

На всех этапах для участников проводятся образовательные вебинары и мастер-классы, разрабатываются образовательные материалы.

Компетенции, приобретенные в профиле, могут быть применены выпускниками НТО в самых разнообразных современных областях пищевой инженерии: технологии пищевых производств, нутрициологии, проектировании технологических линий пищевого оборудования, экспертизе и контроле качества продовольственных товаров, маркетинге, инновациях в упаковке, использовании специализированных цифровых инструментов и баз данных.

Победители и призеры профиля Современная пищевая инженерия получают дополнительные баллы при поступлении в ведущие вузы России, принимают участие в научно-технологических проектных соревнованиях по биотехнологии, биоинженерии, медицине.

## 2. Первый отборочный этап

### 2.1. Работа наставника НТО на этапе

Педагог-наставник играет важную роль в подготовке участника к первому отборочному этапу Национальной технологической олимпиады. На этом этапе школьникам предстоит справиться как с предметными задачами, соответствующими профилю, так и с заданиями инженерного тура, погружающими в выбранную технологическую область.

Наставник может организовать подготовку участника, используя разнообразные форматы и ресурсы:

- Разбор заданий прошлых лет. Совместный анализ задач отборочного этапа предыдущих лет позволяет понять структуру, уровень сложности и типичные подходы к решению. Это формирует у школьника устойчивые стратегии работы с олимпиадными заданиями.
- Мини-соревнования. Проведение тренировочных турниров с заданиями предметных олимпиад муниципального уровня помогает развить соревновательный навык, тренирует скорость и уверенность при решении задач в ограниченное время.
- Углубленные занятия. Наставник может выстроить образовательную траекторию, опираясь на рекомендации разработчиков профиля, и провести занятия по ключевым темам. Это особенно важно для системного понимания предметной области.
- Использование онлайн-курсов. Для самостоятельной подготовки и проверки знаний участник может использовать предметные курсы НТО, размещенные на платформах Степик и Яндекс Контест. Наставник может также организовать занятия с использованием этих материалов в рамках групповой или индивидуальной подготовки.
- Привлечение внешних экспертов. Если у наставника нет достаточной экспертизы в какой-либо предметной области, он может пригласить других педагогов или специалистов для проведения тематических занятий.
- Поддержка в инженерном туре. Инженерный тур включает теоретические материалы и задания, помогающие глубже погрузиться в тематику профиля. Наставник может сопровождать изучение курса, помогать в разборе теоретических вопросов и тренировать участника на практических задачах.

Таким образом, наставник не только помогает систематизировать подготовку, но и мотивирует участника, создавая для него комфортную и продуктивную образовательную среду.

## 2.2. Предметный тур. Химия

### 2.2.1. Первая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи первой волны предметного тура по химии за 8–9 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63467/enter/>.

#### **Задача 2.2.1.1. Что в имени тебе моем? (10 баллов)**

*Темы: неорганическая химия, номенклатура неорганических веществ.*

##### **Условие**

У каждого вещества — неорганического или органического — должно быть свое название. Иначе ни химики, ни обычные люди не будут понимать друг друга. Для этого и существует номенклатура веществ (на латыни *nomenclatura* — называние имен). Многие вещества имеют исторически сложившиеся «собственные имена», которые известны как тривиальные названия. Они не вытекают из каких-либо единых систематических принципов, не выражают строения соединения и чрезвычайно разнообразны. В настоящее время используется систематическая международная номенклатура ИЮПАК (IUPAC) — Международный союз теоретической и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry), позволяющая дать веществу однозначное название и отражающая его принадлежность к определенному классу веществ, то есть строение.

Соотнесите тривиальные названия веществ с их систематическими названиями.

В ответе укажите сочетание буквы тривиального названия с соответствующей цифрой систематического названия через тире; между сочетаниями для различных веществ поставьте запятую. Например: А — 1, В — 2, С — 3 и т. д.

Тривиальное название вещества:	Систематическое название:
А. Негашеная известь.	1. Гидроксид натрия.
В. Веселящий газ.	2. Гидроксид кальция.
С. Бурый газ, лисий хвост.	3. Карбонат кальция.
Д. Поташ.	4. Гидрокарбонат натрия.
Е. Пищевая сода.	5. Карбонат калия.
Ф. Гашеная известь.	6. Нитрат натрия.
Г. Едкий натр.	7. Нитрат калия.
Н. Индийская селитра.	8. Оксид кальция.
И. Чилийская селитра.	9. Оксид азота (I).
Ж. Известняк.	10. Оксид азота (IV).

**Ответ:** А — 8, В — 9, С — 10, Д — 5, Е — 4, Ф — 2, Г — 1, Н — 7, И — 6, Ж — 3.

### **Задача 2.2.1.2. Сплавы в современном мире (30 баллов)**

Темы: неорганическая химия, массовая доля вещества в смеси, расчет по уравнению реакции.

#### **Условие**

В современном мире технологии и инженерии сплавы металлов играют важнейшую роль. Эти материалы сочетают свойства различных металлов, создавая уникальные характеристики, которые невозможно достичь с помощью чистых веществ. Сплавы — это не просто комбинации элементов, а инновационные решения для множества проблем, стоящих перед инженерами и учеными. Использование сплавов дает возможность создавать материалы с уникальным набором физико-химических характеристик, чтобы оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность изделий. Это причина того, почему они так широко распространены в самых разнообразных областях: от строительства до высоких технологий.

Силумин (сплав на основе алюминия и кремния) представляет собой важный материал, сочетающий в себе прочность, устойчивость и легкость, что обеспечивает его широкое применение в различных областях промышленности и дизайна. Благодаря прочности, низкому весу, коррозионной стойкости силумин используется в автомобилестроении, авиастроении, кораблестроении, в космической промышленности.



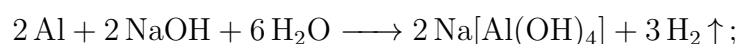
Для анализа образца силумина, содержащего алюминий и кремний, массой 30 г его растворили в 400 г 15%-го раствора едкого натра, при этом выделился газ объемом 38,4 л (н. у.).

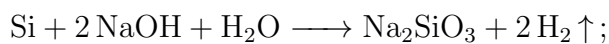
#### **Задание 1. (10 баллов)**

Определите массовую долю алюминия в сплаве (в процентах). Число округлите до целых.

#### **Решение**

Составим уравнения реакций:





$$n(\text{H}_2) = \frac{38,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,714 \text{ моль.}$$

Если  $n(\text{Al}) = x$  моль,  $n(\text{Si}) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} 27x + 28y = 30, \\ 1,5x + 2y = 1,714. \end{cases}$$

$x = 1$  моль,  $y = 0,107$  моль.

$$m(\text{Al}) = n \cdot M = 1 \cdot 27 = 27 \text{ г};$$

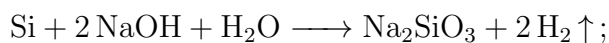
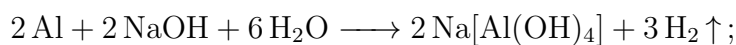
$$\omega(\text{Al}) = \frac{27}{30} = 0,9 \text{ или } 90\%.$$

**Ответ:** 90.

**Задание 2.** (10 баллов) Определите массовую долю кремния в сплаве (в процентах). Число округлите до целых.

### **Решение**

Составим уравнения реакций:



$$n(\text{H}_2) = \frac{38,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,714 \text{ моль.}$$

Если  $n(\text{Al}) = x$  моль,  $n(\text{Si}) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} 27x + 28y = 30, \\ 1,5x + 2y = 1,714. \end{cases}$$

$x = 1$  моль,  $y = 0,107$  моль.

$$m(\text{Si}) = n \cdot M = 0,107 \cdot 28 = 2,996 \approx 3 \text{ г};$$

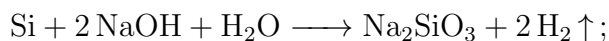
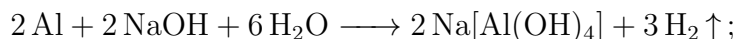
$$\omega(\text{Si}) = \frac{3}{30} = 0,1 \text{ или } 10\%.$$

**Ответ:** 10.

**Задание 3.** (10 баллов) Определите массовую долю гидроксида натрия в полученном растворе (в процентах). Число округлите до десятых.

**Решение**

Составим уравнения реакций:



$$n(\text{H}_2) = \frac{38,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,714 \text{ моль}.$$

Если  $n(\text{Al}) = x$  моль,  $n(\text{Si}) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} 27x + 28y = 30, \\ 1,5x + 2y = 1,714. \end{cases}$$

$x = 1$  моль,  $y = 0,107$  моль.

$$m(\text{NaOH})_{\text{в исх. растворе}} = 400 \cdot 0,15 = 60 \text{ г};$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{прореагир.}} = (1 + 0,107 \cdot 2) \cdot 40 = 48,56 \text{ г};$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{оставшегося}} = 60 - 48,56 = 11,44 \text{ г};$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{11,44 \cdot 100}{400 + 30 - 1,714 \cdot 2} = 2,7\%.$$

**Ответ:** 2,7.

**Задача 2.2.1.3. Осмос в биологических системах (25 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

**Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Пores полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Но осмос значим и в быту: с древности с его помощью консервировали пищу — в соленой среде вода вытекает из клеток, что приводит к сморщиванию (весь материал внутри клетки отслаивается от клеточной стенки) и потере жизнедеятельности микроорганизмов (этот процесс называют плазмолизом).





**Задание 1.** (7 баллов) Рассчитайте массу поваренной соли, необходимую для приготовления 1,5 л рассола для засаливания огурцов (плотность  $\rho = 1\,055$  г/л), массовая доля соли в котором составляет 7,5%. Ответ запишите в граммах с точностью до десятых.

### Решение

Рассчитаем массу раствора

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,055 \cdot 1,5 = 1\,582,5 \text{ г.}$$

Масса соли составляет:

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \omega(\text{NaCl}) = 1\,582,5 \cdot 0,075 = 118,7 \text{ г.}$$

**Ответ:** 118,7. Диапазон 118–119.

**Задание 2.** (9 баллов) Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:  $\pi = CRT$ , где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

При внутривенном введении используют изотонические растворы — растворы, осмотическое давление которых соответствует давлению плазмы крови — в такой среде вода не поступает в клетку и не выводится из клетки, что предотвращает повреждение эритроцитов. Изотонический 5%-й раствор глюкозы применяют для улучшения антитоксической функции печени, восполнения водного и энергетического дефицита, для разведения и растворения лекарственных препаратов.



Рассчитайте величину осмотического давления 5%-го водного раствора глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) при температуре  $37^\circ C$  (плотность  $\rho = 1\,018$  г/л). Ответ приведите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### Решение

Рассчитаем массу 1 л раствора  $m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,018 \cdot 1,0 = 1\,018$  г.

Масса глюкозы составляет

$$m(C_6H_{12}O_6) = m_{\text{р-ра}} \omega(C_6H_{12}O_6) = 1\,018 \cdot 0,05 = 50,9 \text{ г.}$$

Количество вещества глюкозы

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{50,9}{6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16} = 0,283 \text{ моль,}$$

соответственно, молярная концентрация раствора

$$C(C_6H_{12}O_6) = \frac{n(C_6H_{12}O_6)}{V} = \frac{0,283}{1} = 0,283 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление

$$\pi = CRT = 0,283 \cdot 8,314 \cdot (273 + 37) = 729,4 \text{ кПа.}$$

**Ответ:** 729. Диапазон 710–750.

**Задание 3.** (9 баллов) Водные растворы полимера гидроксиэтилкрахмала вводят внутривенно для предотвращения шока при значительной кровопотере, например, в случае травмы, поскольку это способствует нормализации и улучшению гемодинамических показателей, уменьшает вязкость плазмы, снижает агрегацию тромбоцитов и эритроцитов. Осмотическое давление раствора полимера мало, поэтому в состав также включают неорганические соли, чтобы сделать раствор препарата изотоничным крови.

Установите молярную массу гидроксиэтилкрахмала в граммах на моль (г/моль) с точностью до целых, если осмотическое давление раствора, содержащего 15,0 г полимера в 250 мл раствора, составляет 1,022 кПа при  $20^\circ C$ .

**Решение**

Молярная концентрация раствора полимера

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{1,022}{8,314 \cdot (273 + 20)} = 0,42 \text{ ммоль/л},$$

т. е. количество вещества полимера

$$n = CV = 0,42 \cdot 0,25 = 0,105 \text{ ммоль}.$$

Тогда молярная масса  $M = \frac{m}{n} = \frac{15}{0,105} \cdot 1\,000 = 142\,857 \text{ г/моль}.$

**Ответ:** 142 857. Диапазон 140 000–147 000.

**Задача 2.2.1.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

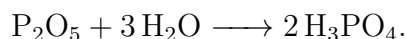
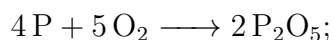
Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.

**Условие**

Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

Этот процесс упрощенно можно описать следующими реакциями:



**Задание 1.** (7 баллов) Рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, содержащего 0,5% негорючих примесей (расход фосфора 3 000 кг/ч). Ответ приведите в кубических метрах при нормальных условиях с точностью до целых. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

**Решение**

В расчете на 1 ч количество вещества фосфора составляет

$$n(\text{P}) = \frac{m}{M} = \frac{3\,000 \cdot 0,995}{31} = 96,29 \text{ кмоль},$$

тогда

$$n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = \frac{5}{4}n(\text{P}) = 120,36 \text{ кмоль},$$

$$n_{\text{практ}}(\text{O}_2) = 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 120,36 = 240,72 \text{ кмоль}.$$

Объем кислорода:

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2)V_0 = 240,72 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 5\,392\,128 \text{ л},$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{5\,392\,128}{0,21 \cdot 1\,000} = 25\,677 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 25 677. Диапазон 24 380–26 970.

**Задание 2.** (6 баллов) Рассчитайте массу 75%-го раствора фосфорной кислоты, образующегося в башне, в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых.

### Решение

Количество вещества фосфорной кислоты соответствует количеству фосфора  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{P}) = 96,29 \text{ кмоль/ч}$ , тогда:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4)M = 96,29 \cdot (3 + 31 + 16 \cdot 4) = 9\,436,42 \text{ кг/ч},$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{9\,436,42}{0,75} = 12\,581 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 12 581. Диапазон 12 577–12 585.

**Задание 3.** (6 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. Рассчитайте массу угля, содержащего 5% негорючих примесей, которую удастся сэкономить при полном использовании тепла сгорания фосфора. Ответ приведите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых. Теплота сгорания белого фосфора в указанных условиях составляет 1 764 кДж/моль, углерода 394 кДж/моль.

### Решение

Количество теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, составляет

$$Q = Q_P n(\text{P}) = 96,29 \cdot 1\,764 = 169\,802 \text{ МДж/ч},$$

тогда

$$n(\text{C}) = \frac{Q}{Q_C} = \frac{169\,802 \cdot 1\,000}{394} = 430\,970 \text{ моль/ч},$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C})M = 430\,970 \cdot 12 = 5\,172 \text{ кг/ч},$$

$$m_{\text{уголь}} = \frac{m(\text{C})}{\omega(\text{C})} = \frac{5\,172}{0,95} = 5\,444 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 5 444. Диапазон 5 440–5 448.

**Задание 4.** (6 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов.

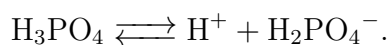


Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.

Рассчитайте концентрацию ионов водорода в 0,01 моль/л растворе фосфорной кислоты, если известно, что степень диссоциации кислоты по первой ступени составляет 57%, а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь. Ответ приведите в миллимоль на литр (ммоль/л) с точностью до десятых.

### **Решение**

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Степень диссоциации представляет собой отношение количества вещества, распавшегося на ионы, к общему количеству растворенного вещества:

$$\alpha_I = \frac{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{n_0(\text{H}_3\text{PO}_4)}.$$

В расчете на 1 л раствора

$$n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = CV = 0,01 \cdot 1 = 0,01 \text{ моль};$$

$$\begin{aligned} n(\text{H}^+) = n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) &= \alpha_I n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,57 \cdot 0,01 = \\ &= 0,0057 \text{ моль} = 5,7 \text{ ммоль}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 5,7.

### **Задача 2.2.1.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)**

Тема: химики России.

#### **Условие**

##### **Врач, геолог, химик, педагог...**

Этот ученый отличался разносторонностью своих интересов. Поступил на медицинский факультет в Дерптском университете, чтобы иметь возможность изучать химию. В начале своей научной деятельности в Иркутске одновременно с врачебной практикой проводил химические и минералогические исследования — изучал химический состав минеральных вод и минералов, в том числе открытых им в экспедициях по Уралу и Сибири. Его рвение в химии было отмечено, по приглашению Академии наук он возвратился в Петербург, чтобы посвятить свою жизнь именно этой науке. Активно занимался вопросами методики преподавания химии; учебник «Основания чистой химии», выпущенный им, произвел фурор в академическом обществе и выдержал семь изданий.

Педагогический талант химика был отмечен весьма высоко — ему выпала честь обучать естественным наукам наследника русского престола, будущего императора Александра II.

Мировую известность этому химику принесло открытие закона, который имеет большое значение не только в химии, но и в инженерии для эффективного проектирования и оптимизации всевозможных систем и устройств, так как позволяет рассчитать теплоту химических процессов, не проводя их! Этот закон имеет применение и в медицине, как теоретическая основа определения калорийности продуктов питания.

Назовите этого ученого:

- А. Александр Ерминингельдович Арбузов;
- В. Александр Михайлович Бутлеров;
- С. Федор Федорович Бейльштейн;
- Д. Александр Порфирьевич Бородин;
- Е. Герман Иванович Гесс;
- Г. Дмитрий Иванович Менделеев;
- Г. Сергей Васильевич Лебедев;
- Н. Юрий Анатольевич Овчинников;
- И. Игорь Михайлович Скурихин;
- Ж. Михаил Семенович Цвет.

**Ответ:** Е.

### **2.2.2. Первая волна. Задачи 10–11 класса**

Задачи первой волны предметного тура по химии за 10–11 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contes>

[t.yandex.ru/contest/63484/enter/](http://t.yandex.ru/contest/63484/enter/).

### **Задача 2.2.2.1. Что в имени тебе моем? (10 баллов)**

Темы: неорганическая химия, номенклатура неорганических веществ.

#### **Условие**

У каждого вещества — неорганического или органического — должно быть свое название. Иначе ни химики, ни обычные люди не будут понимать друг друга. Для этого и существует номенклатура веществ (на латыни *nomenclatura* — называние имен). Многие вещества имеют исторически сложившиеся «собственные имена», которые известны как тривиальные названия. Они не вытекают из каких-либо единых систематических принципов, не выражают строения соединения и чрезвычайно разнообразны. В настоящее время используется систематическая международная номенклатура ИЮПАК (IUPAC) — Международный союз теоретической и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry), позволяющая дать веществу однозначное название и отражающая его принадлежность к определенному классу веществ, то есть строение.

Соотнесите тривиальные названия биологически значимых природных веществ с их систематическими названиями.

В ответе укажите сочетание буквы тривиального названия с соответствующей цифрой систематического названия через тире; между сочетаниями для различных веществ поставьте запятую. Например: А — 1, В — 2, С — 3 и т. д.

Тривиальное название вещества:		Систематическое название:
А. Молочная кислота		1. Пентандиовая кислота
В. Пировиноградная кислота (ПВК)	кислота	2. Бутандиовая кислота
С. Аланин		3. Гександиовая кислота
Д. Щавелевая кислота		4. 2-оксобутандиовая кислота
Е. Щавелевоуксусная кислота (ЩУК)	кислота	5. Этандиовая кислота
Ф. Янтарная кислота		6. Бутендиовая кислота
Г. Глутаровая кислота		7. 2-аминоэтановая кислота
Н. Глицин		8. 2-гидроксипропановая кислота
И. Фумаровая кислота		9. 2-оксопропановая кислота
Ж. Адипиновая кислота		10. 2-аминопропановая кислота

**Ответ:** А — 8, В — 9, С — 10, Д — 5, Е — 4, Ф — 2, Г — 1, Н — 7, И — 6, Ж — 3.

### **Задача 2.2.2.2. Сплавы в современном мире (35 баллов)**

Темы: неорганическая химия, массовая доля вещества в смеси, расчет по уравнению реакции.

**Условие**

В современном мире технологии и инженерии сплавы металлов играют важнейшую роль. Эти материалы сочетают свойства различных металлов, создавая уникальные характеристики, которые невозможно достичь с помощью чистых веществ. Сплавы — это не просто комбинации элементов, а инновационные решения для множества проблем, стоящих перед инженерами и учеными. Их использование дает возможность создавать материалы с уникальным набором физико-химических характеристик, что позволяет оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность изделий. Это причина того, почему сплавы так широко распространены в самых разнообразных областях: от строительства до высоких технологий.

Авиаль — группа сплавов системы алюминий-магний-кремний. Название образовано от сокращения словосочетания «авиационный алюминий». Они отличаются высокой пластичностью и удовлетворительной коррозионной стойкостью. Из авиалей изготавливают кованные и штампованные детали сложной формы, например, лопасти винтов вертолетов. Также эти сплавы активно используют для замены нержавеющей стали в корпусах мобильных телефонов.

Для анализа сплава группы «Авиаль», содержащего алюминий, кремний и магний, его образец массой 13,776 г растворили в избытке соляной кислоты, при этом выделился газ объемом 16,9 л (н. у.). Нерастворившийся остаток поместили в раствор гидроксида натрия, при этом выделился газ объемом 268,8 мл (н. у.).

**Задание 1.** (9 баллов) Определите массовую долю кремния в сплаве (в процентах). Число округлите до десятых.

**Решение**

В соляной кислоте растворяются металлы алюминий и магний. Нерастворившийся остаток — это кремний.

Кремний растворяется в растворе гидроксида натрия:





По уравнению (2.2.1)  $n(\text{H}_2) = \frac{0,2688 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,012 \text{ моль}$ .

$$n(\text{Si}) = \frac{1}{2}n(\text{H}_2) = \frac{0,012}{2} \text{ моль} = 0,006 \text{ моль};$$

$$m(\text{Si}) = n \cdot M = 0,006 \cdot 28 = 0,168 \text{ г};$$

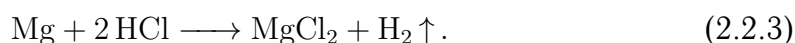
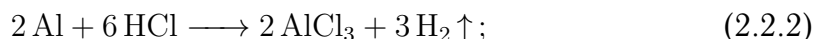
$$\omega(\text{Si}) = \frac{0,168}{13,776} = 0,01219 \text{ или } 1,219 \approx 1,2\%.$$

**Ответ:** 1,2.

**Задание 2.** (13 баллов) Определите массовую долю алюминия в сплаве (в процентах). Число округлите до целых.

### Решение

В соляной кислоте растворяются металлы алюминий и магний. Нерастворившийся остаток — это кремний:



По уравнению (2.2.1)  $n(\text{H}_2) = \frac{0,2688 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,012 \text{ моль}$ .

$$n(\text{Si}) = \frac{1}{2}n(\text{H}_2) = \frac{0,012}{2} \text{ моль} = 0,006 \text{ моль};$$

$$m(\text{Si}) = n \cdot M = 0,006 \cdot 28 = 0,168 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Si}) = \frac{0,168}{13,776} = 0,01219 \text{ или } 1,219 \approx 1,2\%.$$

Таким образом, масса алюминия и магния составляет:

$$13,776 - 0,168 = 13,608 \text{ г}.$$

По уравнениям (2.2.2), (2.2.3)

$$n(\text{H}_2) = \frac{16,9 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,7545 \text{ моль}.$$

Если  $n(\text{Al}) = x$  моль,  $n(\text{Mg}) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} 27x + 24y = 13,608, \\ 1,5x + y = 0,7545. \end{cases} \quad (2.2.4)$$

$x = 0,5$  моль,  $y = 0,0045$  моль.

$$m(\text{Al}) = n \cdot M = 0,5 \cdot 27 = 13,5 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{13,5}{13,776} = 0,9799 \text{ или } 97,99 \approx 98\%.$$

**Ответ:** 98.

**Задание 3.** (13 баллов) Определите массовую долю магния в сплаве (в процентах). Число округлите до десятых.

**Решение**

По уравнению (2.2.3)  $n(\text{H}_2) = \frac{0,2688 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,012 \text{ моль}$ .

$$n(\text{Si}) = \frac{1}{2}n(\text{H}_2) = \frac{0,012}{2} \text{ моль} = 0,006 \text{ моль};$$

$$m(\text{Si}) = n \cdot M = 0,006 \cdot 28 = 0,168 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Si}) = \frac{0,168}{13,776} = 0,01219 \text{ или } 1,219 \approx 1,2\%.$$

Таким образом, масса алюминия и магния составляет  $13,776 - 0,168 = 13,608 \text{ г}$ .

По уравнениям (2.2.1), (2.2.2)  $n(\text{H}_2) = \frac{16,9 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,7545 \text{ моль}$ .

Если  $n(\text{Al}) = x \text{ моль}$ ,  $n(\text{Mg}) = y \text{ моль}$ , тогда:

$$\begin{cases} 27x + 24y = 13,608, \\ 1,5x + y = 0,7545. \end{cases} \quad (2.2.5)$$

$x = 0,5 \text{ моль}$ ,  $y = 0,0045 \text{ моль}$ .

$$m(\text{Mg}) = n \cdot M = 0,0045 \cdot 24 = 0,108 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Mg}) = \frac{0,108}{13,776} = 0,0078 \text{ или } 0,78 \approx 0,8\%.$$

**Ответ:** 0,8.

**Задача 2.2.2.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

**Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Пores полупроницаемой

мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.

Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Осмос помогает растениям расти и всасывать воду корневой системой — поскольку в клеточном соке концентрация солей и сахаров выше, чем в почвенном растворе. Это важно учитывать при внесении удобрений — если осмотическое давление почвенного раствора станет слишком большим, поступление воды в растение прекратится, и оно погибнет (например, как в засоленных почвах).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте осмотическое давление раствора удобрения (300 г мочевины в 10 л воды) при температуре 25 °С. Ответ приведите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### **Решение**

Количество вещества мочевины:

$$n(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{m(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{M} = \frac{300}{16 \cdot 2 + 28} = 5,0 \text{ моль},$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{n(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{V} = \frac{5,0}{10} = 0,5 \text{ моль/л}.$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 0,5 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) = 1\,239$  кПа.

**Ответ:** 1 239. Диапазон 1 235–1 243.

**Задание 2.** (7 баллов) В медицине в терапевтических целях иногда используют гипертонические растворы — растворы, осмотическое давление которых превышает давление плазмы крови — в такой среде вода выходит через мембрану из клетки, и клетка сжимается. Гипертонический раствор хлорида натрия применяют для снятия отека в офтальмологии, как осмотический диуретик, для коррекции состояния систем организма при операциях и в реанимационных целях.



Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в разбавленном растворе, осмотическое давление которого при температуре 37 °С составляет 9472 кПа (плотность примите  $\rho = 1075$  г/л). Ответ приведите в процентах с точностью до десятых.

### Решение

Рассчитаем концентрацию частиц в растворе, исходя из величины осмотического давления:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{9472}{8,314 \cdot (273 + 37)} = 3,68 \text{ моль/л.}$$

Хлорид натрия — электролит, диссоциирующий в растворе на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Поскольку точная степень диссоциации в информации не указана, а раствор является разбавленным, ее можно принять равной 100%.

Тогда концентрация хлорида натрия составляет:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{C}{2} = \frac{3,68}{2} = 1,84 \text{ моль/л,}$$

а масса соли в 1 л раствора равна

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M = C(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M = 1,84 \cdot 1 \cdot (23 + 35,5) = 107,64 \text{ г.}$$

Массовая доля в растворе

$$\omega = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{107,64}{1 \cdot 1075} \cdot 100 = 10,0\%.$$

**Ответ:** 10,0. Диапазон 9,7–10,3.

**Задание 3.** (7 баллов) Измерение осмотического давления является одним из распространенных методов определения молекулярной массы полимера, влияющей на его свойства. Например, поливинилхлорид с высокой молекулярной массой обладает более высокой твердостью, эластичностью и температурой стеклования, при меньшей растворимости в органических растворителях. Мембранный осмометр основан на измерении разности давлений — например, по разности высот в капиллярах раствора и растворителя, поскольку гидростатическое давление уравнивает осмотическое.

Установите молекулярную массу поливинилхлорида в килограммах на моль (кг/моль) с точностью до десятых, если разность высот жидкости в осмометре для его раствора в циклогексане, содержащего 2,5 г в 250 мл раствора, составляет 1,97 см при 25 °С. Плотность циклогексана и раствора 779 кг/м<sup>3</sup>.

**Решение**

Гидростатическое давление столба жидкости уравнивает осмотическое давление, для удобства расчета используем единицы измерения системы СИ:

$$\pi = CRT = \rho g \Delta h = 779 \cdot 9,8 \cdot (1,97 \cdot 10^{-2}) = 148 \text{ Па.}$$

Молярная концентрация раствора полимера составляет

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{148}{8,314 \cdot (273 + 25)} = 0,0598 \text{ моль/м}^3,$$

то есть количество вещества полимера

$$n = CV = 0,0598 \cdot \frac{0,25}{1000} = 0,015 \text{ ммоль.}$$

Тогда молекулярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{2,5}{0,015} = 166,7 \text{ кг/моль.}$$

**Ответ:** 166,7. Диапазон 162,0–172,0.

**Задача 2.2.2.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.

**Условие**

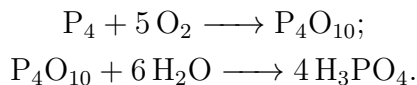
Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

**Задание 1.** (8 баллов) Рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать при нормальных условиях в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, если известно, что расход образующегося в башне 75%-го раствора фосфорной кислоты составляет 3 000 кг/ч. Ответ приведите в кубических метрах. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

**Решение**

Запишем уравнения происходящих реакций:



Масса фосфорной кислоты:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \omega_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 3\,000 \cdot 0,75 = 2\,250 \text{ кг/ч.}$$

Количество вещества фосфорной кислоты:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M} = \frac{2\,250}{3 + 31 + 16 \cdot 4} = 22,96 \text{ кмоль/ч,}$$

что соответствует расчетному количеству вещества кислорода

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4} n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{5}{4} 22,96 = 28,70 \text{ кмоль/ч,} \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2 n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 28,70 = 57,40 \text{ кмоль/ч.} \end{aligned}$$

Объем кислорода

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2) V_0 = 57,40 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 1\,285\,714 \text{ л,}$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{1\,285\,714}{0,21 \cdot 1\,000} = 6\,122 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 6 122. Диапазон 5 800–6 500.

**Задание 2.** (8 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. При стандартных условиях рассчитайте теплоту, которая выделяется в ходе проходящих реакций при образовании указанного в задании 1 количества фосфорной кислоты, используя данные таблицы. Ответ выразите в мегаджоулях (МДж) с точностью до целых.

Вещество	$\text{P}_4\text{O}_{10(\text{тв})}$	$\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{ж})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
Теплота образования, кДж/моль	2 984,03	1 266,90	285,83

**Решение**

В соответствии со следствием из закона Г. И. Гесса теплоту каждой из протекающих реакций можно выразить как разность между суммами теплот образования продуктов и реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов:

$$\begin{aligned} \Delta_r Q &= \sum n_i Q_f(\text{прод}) - \sum n_j Q_f(\text{реаг}); \\ \Delta_{r1} Q &= Q_f(\text{P}_4 \text{O}_{10(\text{тв})}) - Q_f(\text{P}_{4(\text{тв})}) - 5 Q_f(\text{O}_{2(\text{г})}); \\ \Delta_{r2} Q &= 4 Q_f(\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{ж})}) - 6 Q_f(\text{H}_2 \text{O}_{(\text{ж})}) - Q_f(\text{P}_4 \text{O}_{10(\text{тв})}). \end{aligned}$$

С учетом того, что теплоты образования простых веществ равны нулю, получим:

$$\Delta_{r1}Q = 2984,03 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_{r2}Q = 4 \cdot 1\,266,90 - 6 \cdot 285,83 - 2\,984,03 = 368,59 \text{ кДж/моль}.$$

В расчете на 4 моль фосфорной кислоты

$$Q_R = \Delta_{r1}Q + \Delta_{r2}Q = 3\,352,62 \text{ кДж/моль}.$$

Тогда

$$Q = Q_R \cdot \frac{n(\text{H}_3\text{PO}_4)}{4} = 3\,352,62 \cdot \frac{22,96}{4} = 19\,243 \text{ МДж}.$$

**Ответ:** 19 243. Диапазон 19 200–19 280.

**Задание 3.** (9 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта.

Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.



Рассчитайте  $pH$  с точностью до десятых 0,5 моль/л раствора фосфорной кислоты, если известно, что константа диссоциации кислоты по первой ступени составляет  $7,52 \cdot 10^{-3}$ , а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь.

### **Решение**

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Выражение для константы диссоциации:

$$K_I = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]},$$

где в квадратных скобках указаны равновесные концентрации.

Тогда

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}^+], [\text{H}_3\text{PO}_4] = C_0 - [\text{H}^+];$$

$$K_I = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_0 - [\text{H}^+]} = 7,52 \cdot 10^{-3}.$$

Решение уравнения при  $C_0 = 0,5$  моль/л позволяет найти

$$[\text{H}^+] = 0,058 \text{ моль/л},$$

откуда

$$pH = -\lg([\text{H}^+]) \approx 1,2.$$

**Ответ:** 1,2.

### ***Задача 2.2.2.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)***

*Тема: химики России.*

#### **Условие**

##### **Врач, геолог, химик, педагог...**

Этот ученый отличался разносторонностью своих интересов. Поступил на медицинский факультет в Дерптском университете, чтобы иметь возможность изучать химию. В начале своей научной деятельности в Иркутске одновременно с врачебной практикой проводил химические и минералогические исследования — изучал химический состав минеральных вод и минералов, в том числе открытых им в экспедициях по Уралу и Сибири. Его рвение в химии было отмечено, по приглашению Академии наук он возвратился в Петербург, чтобы посвятить свою жизнь именно этой науке. Активно занимался вопросами методики преподавания химии; учебник «Основания чистой химии», выпущенный им, произвел фурор в академическом обществе и выдержал семь изданий. Педагогический талант химика был отмечен весьма высоко — ему выпала честь обучать естественным наукам наследника русского престола, будущего императора Александра II.

Мировую известность этому химику принесло открытие закона, который имеет большое значение не только в химии, но и в инженерии для эффективного проектирования и оптимизации всевозможных систем и устройств, так как позволяет рассчитать теплоту химических процессов, не проводя их! Этот закон имеет применение и в медицине, как теоретическая основа определения калорийности продуктов питания.

Назовите этого ученого:

- A. Александр Ерминингельдович Арбузов;
- B. Александр Михайлович Бутлеров;
- C. Федор Федорович Бейльштейн;
- D. Александр Порфирьевич Бородин;



- Е. Герман Иванович Гесс;  
F. Дмитрий Иванович Менделеев;  
G. Сергей Васильевич Лебедев;  
H. Юрий Анатольевич Овчинников;  
I. Игорь Михайлович Скурихин;  
J. Михаил Семенович Цвет.

**Ответ:** Е.

### 2.2.3. Вторая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи второй волны предметного тура по химии за 8–9 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63468/enter/>.

#### ***Задача 2.2.3.1. Дождь по заказу (20 баллов)***

*Темы: неорганическая химия, количество вещества, молярный объем.*

##### ***Условие***

В древности во времена засухи люди использовали любые методы, чтобы вызвать дождь — приносили в жертву животных, пели песни, читали заклинания и проводили обряды. Неудивительно, ведь засуха означала отсутствие урожая и голодную смерть в скором будущем. Но сегодня у ученых есть сразу несколько методов для создания искусственного дождя.

Искусственный дождь или «посев облаков» — это целенаправленное производство дождя. Для создания облаков используются химические вещества, которые могут быть сброшены с самолетов или наземных систем рассеивания, таких как генераторы или канистры, выпущенные ракетами или зенитным оружием. Наиболее часто используемые химикаты для создания облаков — это сухой лед (твердый диоксид углерода) и йодид серебра. В Дубае регулярно идет искусственный дождь, который запускается при помощи беспилотников. О таком дожде власти предупреждают заранее. В России осадки, вызванные искусственным способом, используют при тушении крупных лесных пожаров.



**Задание 1.** (5 баллов) Какой объем (в литрах) газообразного  $\text{CO}_2$  (н. у.) необходим для получения 22 кг сухого льда? Ответ округлите до целых.

**Решение**

Определяем количество вещества, а затем объем  $\text{CO}_2$ :

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{22\,000}{44} = 500 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_M = 500 \cdot 22,4 = 11\,200 \text{ л.}$$

**Ответ:** 11 200.

**Задание 2.** (5 баллов) Какой объем (в кубических метрах) займет 22 кг газообразного  $\text{CO}_2$  при температуре  $28^\circ\text{C}$  и давлении 750 мм рт. ст? Ответ округлите до десятых.

**Решение**

Пересчет объема газа при изменении условий (температуры и давления) можно производить по формуле объединенного газового закона Бойля – Мариотта и Гей-Люссака:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \frac{p_0 \cdot V_0}{T_0},$$

где  $p_0$ ,  $T_0$ ,  $V_0$  — давление, температура и объем при нормальных условиях.

$$V(\text{CO}_2) = \frac{760 \cdot 11\,200 \cdot 301}{750 \cdot 273} = 12\,513 \text{ л или } 12,5 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 12,5.

**Задание 3.** (5 баллов) Какой объем (в литрах) занимает 22 кг сухого льда, если его плотность составляет  $1,561 \text{ г/см}^3$ ? Ответ округлите до целых.

**Решение**

Объем сухого льда, представляющего собой твердое вещество, определяем через его плотность:

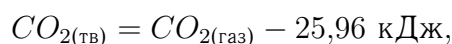
$$V(\text{CO}_2)_{(\text{ТВ})} = \frac{m}{\rho} = \frac{22\,000}{1,561} = 14\,093 \text{ см}^3 \text{ или } 14 \text{ л.}$$

**Ответ:** 14.

**Задание 4.** (5 баллов) Какое количество теплоты поглотится при возгонке 1 кг сухого льда, если тепловой эффект реакции возгонки составляет 25,96 кДж/моль? Ответ выразите килоджоулях (кДж) и округлите до целых.

**Решение**

Исходя из термохимического уравнения:



количество теплоты на один кг составляет:

$$\frac{1\,000 \cdot 25,96}{44} = 590 \text{ кДж.}$$

**Ответ:** 590.

**Задача 2.2.3.2. Питание для растений (25 баллов)**

*Темы: смеси веществ, массовая доля, количество вещества.*

**Условие**

Аммофос — это комплексное удобрение, источник важнейших веществ для питания растений, в составе которого есть азот с фосфором. Эти водорастворимые компоненты очень важны для жизнедеятельности растений. Химическая формула удобрения —  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Азот отвечает за быстрый рост, а фосфор — за развитие корневой системы. Обеспечивая растения азотом и фосфором, аммофос способствует наращиванию зеленой массы, развитию и укреплению корневой системы. Это удобрение позволяет повысить урожайность и иммунитет растений, устойчивость к стрессам, вызванным колебаниями температуры. Кроме того, подкормки аммофосом приводят к увеличению клетчатки и белков в овощах и злаках, продлевают сроки хранения.

**Задание 1.** (15 баллов) В некоторой смеси дигидрофосфата аммония и гидрофосфата аммония число атомов азота  $6,02 \cdot 10^{23}$ , а число атомов фосфора —  $5,418 \cdot 10^{23}$ . Вычислите массу смеси (в граммах). Ответ округлите до десятых.

**Решение**

Определим количество вещества атомов азота и фосфора:

$$n(\text{N}) = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1 \text{ моль};$$

$$n(\text{P}) = \frac{5,418 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,9 \text{ моль}.$$

Если  $n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = x$  моль, а  $n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} x + 2y = 1, \\ x + y = 0,9. \end{cases} \quad (2.2.6)$$

$x = 0,8$  моль,  $y = 0,1$  моль.

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,8 \cdot 115 = 92 \text{ г};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = n \cdot M = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = 92 + 13,2 = 105,2 \text{ г}.$$

**Ответ:** 105,2.

**Задание 2.** (5 баллов) В некоторой смеси дигидрофосфата аммония и гидрофосфата аммония число атомов азота  $6,02 \cdot 10^{23}$ , а число атомов фосфора —  $5,418 \cdot 10^{23}$ . Вычислите массовую долю дигидрофосфата аммония в смеси (в процентах по массе). Ответ округлите до целых.

**Решение**

Определим количество вещества атомов азота и фосфора:

$$n(\text{N}) = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1 \text{ моль};$$

$$n(\text{P}) = \frac{5,418 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,9 \text{ моль}.$$

Если  $n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = x$  моль, а  $n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} x + 2y = 1, \\ x + y = 0,9. \end{cases} \quad (2.2.7)$$

$x = 0,8$  моль,  $y = 0,1$  моль.

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,8 \cdot 115 = 92 \text{ г};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = n \cdot M = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ г};$$

$$m(\text{смеси}) = 92 + 13,2 = 105,2 \text{ г};$$

$$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{92}{105,2} = 0,8745 \text{ или } 87,45\% \approx 87\%.$$

**Ответ:** 87. Диапазон 87–88.

**Задание 3.** (5 баллов) В некоторой смеси дигидрофосфата аммония и гидрофосфата аммония число атомов азота  $6,02 \cdot 10^{23}$ , а число атомов фосфора —  $5,418 \cdot 10^{23}$ . Вычислите массовую долю гидрофосфата аммония в смеси (в процентах по массе). Ответ округлите до целых.

**Решение**

Определим количество вещества атомов азота и фосфора:

$$n(\text{N}) = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1 \text{ моль};$$

$$n(\text{P}) = \frac{5,418 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,9 \text{ моль}.$$

Если  $n(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = x$  моль, а  $n((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} x + 2y = 1, \\ x + y = 0,9. \end{cases} \quad (2.2.8)$$

$x = 0,8$  моль,  $y = 0,1$  моль.

$$m(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = n \cdot M = 0,8 \cdot 115 = 92 \text{ г};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = n \cdot M = 0,1 \cdot 132 = 13,2 \text{ г};$$

$$m(\text{смеси}) = 92 + 13,2 = 105,2 \text{ г};$$

$$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = \frac{13,2}{105,2} = 0,1254 \text{ или } 12,54\% \approx 13\%.$$

**Ответ:** 13. Диапазон 12–13.

**Задача 2.2.3.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

**Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Поры полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.



Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Но осмос значим и в быту: с древности с его помощью консервировали пищу — в соленой среде вода вытекает из клеток, что приводит к сморщиванию (весь материал внутри клетки отслаивается от клеточной стенки) и потере жизнедеятельности микроорганизмов (этот процесс называют плазмолизом).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте массу поваренной соли, необходимую для приготовления 2,0 л рассола для засаливания огурцов (плотность  $\rho = 1\,027$  г/л), массовая доля соли в котором составляет 4,5%. Ответ приведите в граммах с точностью до десятых.

### Решение

Рассчитаем массу раствора

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,027 \cdot 2,0 = 2\,054 \text{ г.}$$

Масса соли составляет:

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \omega(\text{NaCl}) = 2\,054 \cdot 0,045 = 92,4 \text{ г.}$$

**Ответ:** 92,4. Диапазон 92–93.

**Задание 2.** (7 баллов) Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:  $\pi = CRT$ , где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.



В терапевтических целях иногда используют гипертонические растворы — растворы, осмотическое давление которых превышает давление плазмы крови — в такой среде вода выходит через мембрану из клетки, и клетка сжимается.

Гипертонический 20%-й раствор глюкозы вводят при внутричерепном кровоизлиянии, гипогликемии, заболеваниях печени для улучшения антитоксической функции печени, стимулирования процесса обмена веществ и расширения сосудов, а также в качестве источника углеводов.

Рассчитайте величину осмотического давления 20%-го водного раствора глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) при температуре 37 °С (плотность  $\rho = 1\,080$  г/л). Ответ выразите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### Решение

Рассчитаем массу 1 л раствора

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,080 \cdot 1,0 = 1\,080 \text{ г.}$$

Масса глюкозы составляет

$$m(C_6H_{12}O_6) = m_{\text{р-ра}} \omega(C_6H_{12}O_6) = 1\,080 \cdot 0,20 = 216 \text{ г.}$$

Количество вещества глюкозы

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{216}{6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16} = 1,2 \text{ моль,}$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(C_6H_{12}O_6) = \frac{n(C_6H_{12}O_6)}{V} = \frac{1,2}{1} = 1,2 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление

$$\pi = CRT = 1,2 \cdot 8,314 \cdot (273 + 37) = 3\,092,8 \text{ кПа.}$$

**Ответ:** 3 093. Диапазон 3 070–3 110.

**Задание 3.** (7 баллов) Водные растворы полимера поливинилпирролидона (повидон, препарат «Гемодез») вводят внутривенно для связывания токсинов, циркулирующих в крови и быстрого выведения их из организма, усиления почечного кровотока при шоке, заболеваниях печени, сепсисе и пневмонии. Осмотическое давление раствора полимера мало, поэтому в состав также включают неорганические соли, чтобы сделать раствор препарата изотоничным крови.

Установите молярную массу поливинилпирролидона, если осмотическое давление раствора, содержащего 0,6 г полимера в 100 мл раствора, составляет 1,731 кПа при 22 °С. Ответ выразите в граммах на моль (г/моль) с точностью до целых.

### Решение

Молярная концентрация раствора полимера

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{1,731}{8,314 \cdot (273 + 22)} = 0,71 \text{ ммоль/л,}$$

то есть количество вещества полимера  $n = CV = 0,71 \cdot 0,1 = 0,071$  ммоль.

Тогда молярная масса  $M = \frac{m}{n} = \frac{0,6}{0,071} \cdot 1\,000 = 8\,499$  г/моль.

**Ответ:** 8 499. Диапазон 8 300–8 700.

### **Задача 2.2.3.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

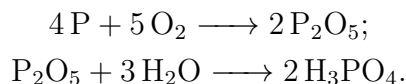
*Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.*

#### **Условие**

Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

Этот процесс упрощенно можно описать следующими реакциями:



#### **Задание 1. (7 баллов)**

При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, содержащего 0,9% негорючих примесей (расход фосфора 2 450 кг/ч). Ответ выразите в кубических метрах. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

#### **Решение**

В расчете на один час количество вещества фосфора составляет

$$n(\text{P}) = \frac{m}{M} = \frac{2\,450 \cdot 0,995}{31} = 78,32 \text{ кмоль},$$

тогда

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4}n(\text{P}) = 97,90 \text{ кмоль}; \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 97,90 = 195,80 \text{ кмоль}. \end{aligned}$$

Объем кислорода:

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2)V_0 = 195,80 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 4\,385\,974 \text{ л},$$



объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{4\,385\,974}{0,21 \cdot 1\,000} = 20\,886 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 20 886. Диапазон 19 840–21 932.

**Задание 2.** (6 баллов) Рассчитайте массу 75%-го раствора фосфорной кислоты, образующегося в башне. Ответ приведите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых.

### Решение

Количество вещества фосфорной кислоты соответствует количеству фосфора

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{P}) = 78,32 \text{ кмоль/ч},$$

тогда:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4)M = 78,32 \cdot (3 + 31 + 16 \cdot 4) = 7\,675,36 \text{ кг/ч};$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{7\,675,36}{0,75} = 10\,234 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 10 234. Диапазон 10 230–10 238.

**Задание 3.** (6 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. Рассчитайте массу угля, содержащего 7% негорючих примесей, которую удастся сэкономить при полном использовании тепла сгорания фосфора. Ответ выразите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых. Теплота сгорания белого фосфора в указанных условиях составляет 1 764 кДж/моль, углерода 394 кДж/моль.

### Решение

Количество теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, составляет

$$Q = Q_P n(\text{P}) = 78,32 \cdot 1\,764 = 138\,156 \text{ МДж/ч},$$

тогда

$$n(\text{C}) = \frac{Q}{Q_C} = \frac{138\,156 \cdot 1\,000}{394} = 350\,650 \text{ моль/ч};$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C})M = 350\,650 \cdot 12 = 4\,208 \text{ кг/ч};$$

$$m_{\text{уголь}} = \frac{m(\text{C})}{\omega(\text{C})} = \frac{4\,208}{0,93} = 4\,524 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 4 524. Диапазон 4 490–4 558.

**Задание 4.** (6 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует

размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.



Рассчитайте концентрацию ионов водорода в 0,005 моль/л растворе фосфорной кислоты, если известно, что степень диссоциации кислоты по первой ступени составляет 69%, а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь. Ответ выразите в миллимоль на литр (ммоль/л) с точностью до десятых.

### **Решение**

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Степень диссоциации представляет собой отношение количества вещества, распавшегося на ионы, к общему количеству растворенного вещества:

$$\alpha_I = \frac{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{n_0(\text{H}_3\text{PO}_4)}.$$

В расчете на 1 л раствора  $n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = CV = 0,005 \cdot 1 = 0,005$  моль,

$$\begin{aligned} n(\text{H}^+) = n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) &= \alpha_I n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,69 \cdot 0,005 = \\ &= 0,0034 \text{ моль} = 3,4 \text{ ммоль}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 3,4.

### **Задача 2.2.3.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)**

Тема: химики России.

### Условие

Этот выдающийся ученый начинал как математик и физик: степень кандидата он получил в Казанском университете за сочинение о законах движения планет и других небесных тел. Химией он стал заниматься по настоянию своего наставника и ректора университета Н. Н. Лобачевского. Так зарождалась Казанская химическая школа.

Будучи мастером органического синтеза, этот исследователь впервые осуществил реакцию бензоиновой конденсации и бензидиновую перегруппировку, получил «летучее горчичное масло» и разработал метод замещения атомов галогенов в органических соединениях водородом. Примечательно, что этот ученый был учителем химии А. Нобеля и даже внес свой вклад в применение нитроглицерина в качестве взрывчатого вещества. Однако мировую известность ему принесло открытие реакции превращения ароматических нитросоединений в аминосоединения, впоследствии названной его именем. Эта реакция позволила получить «бензидам», известный нам как анилин, и впоследствии положила начало промышленному синтезу многочисленных продуктов его превращений. В наши дни из анилина получают красители, лекарственные и взрывчатые вещества, а также полиуретаны. Научные заслуги признаны химиками всего мира. Знаменитый немецкий ученый А. В. Гофман скажет: «Если бы ... не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то и тогда его имя осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии».

Помимо науки этот академик активно занимался организационной и общественной работой, способствуя развитию органической химии, был одним из организаторов Русского химического общества и первым его президентом. Среди его учеников А. М. Бутлеров, Н. Н. Бекетов, А. П. Бородин, А. Н. Энгельгардт, Л. Н. Шишков. Впоследствии Бутлеров отметит: «Имя ... будут всегда чтить те, которым дороги и близки к сердцу успехи и величие науки в России».

Назовите этого ученого:

- А. Александр Павлович Виноградов;
- В. Александр Михайлович Зайцев;
- С. Николай Дмитриевич Зелинский;
- Д. Карл Карлович Клаус;
- Е. Николай Александрович Меншуткин;
- Г. Сергей Васильевич Лебедев;
- Г. Николай Николаевич Зинин;
- Н. Владимир Васильевич Марковников;
- И. Дмитрий Иванович Менделеев;
- Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

**Ответ:** Г.

## 2.2.4. Вторая волна. Задачи 10–11 класса

Задачи второй волны предметного тура по химии за 10–11 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contes>

[t.yandex.ru/contest/63485/enter/](https://t.yandex.ru/contest/63485/enter/).

### **Задача 2.2.4.1. Дождь по заказу (30 баллов)**

Темы: неорганическая химия, массовая доля вещества, расчет по уравнению реакции.

#### **Условие**

В древности во времена засухи люди использовали любые методы, чтобы вызвать дождь — приносили в жертву животных, пели песни, читали заклинания и проводили обряды. Неудивительно, ведь засуха означала отсутствие урожая и голодную смерть в скором будущем. Но сегодня у ученых есть сразу несколько методов для создания искусственного дождя.

Искусственный дождь или «посев облаков» — это целенаправленное производство дождя. Для создания облаков используются химические вещества, которые могут быть сброшены с самолетов или наземных систем рассеивания, таких как генераторы или канистры, выпущенные ракетами или зенитным оружием. Наиболее часто используемые химикаты для создания облаков — это сухой лед (твердый диоксид углерода) и йодид серебра. В Дубае регулярно идет искусственный дождь, который запускается при помощи беспилотников. О таком дожде власти предупреждают заранее. В России осадки, вызванные искусственным способом, используют при тушении крупных лесных пожаров.

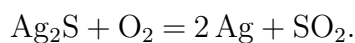


Для получения йодида серебра образец аргентита (серебросодержащего минерала, представляющий собой модификации сульфида серебра) сначала подвергли обжигу для удаления серы. Остаток поместили в 35%-й раствор азотной кислоты массой 90 г, при этом выделилось 2,24 л газа, нерастворимого в воде, а осадок растворился полностью.

**Задание 1.** (5 баллов) Определите относительную плотность газа по водороду, выделившегося при обработке обожженного остатка руды 35%-й азотной кислотой. Ответ округлите до целых.

**Решение**

При обжиге сульфида серебра образуется не оксид металла, а сам металл (так как оксид термически неустойчив):



Газ, образующийся при обработке серебра 35%-й азотной кислотой, — NO:



Относительная плотность NO по водороду составляет:

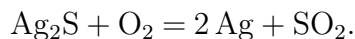
$$D_{\text{H}_2} = \frac{M(\text{NO})}{M(\text{H}_2)} = \frac{30}{2} = 15.$$

**Ответ:** 15.

**Задание 2.** (5 баллов) Какая масса образца аргентита была взята для получения йодида серебра по данному условию? Ответ округлите до десятых.

**Решение**

При обжиге сульфида серебра образуется не оксид металла, а сам металл (так как оксид термически неустойчив):



Газ, образующийся при обработке серебра 35%-й азотной кислотой, — NO:



$$n(\text{NO}) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль};$$

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 3 \cdot n(\text{NO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль};$$

$$n(\text{Ag}_2\text{S}) = \frac{1}{2}n(\text{Ag}) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль};$$

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 248 = 37,2 \text{ г}.$$

**Ответ:** 37,2.

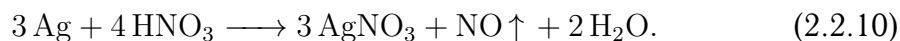
**Задание 3.** (5 баллов) После завершения реакции к полученному раствору добавили 415 г 15%-го раствора йодида калия, при этом, помимо выпадения осадка, наблюдали выделение бесцветного газа. Определите массу образовавшегося йодида серебра в граммах. Ответ округлите до десятых.

**Решение**

При обжиге сульфида серебра образуется не оксид металла, а сам металл (так как оксид термически неустойчив):



Газ, образующийся при обработке серебра 35% азотной кислотой — NO:



$$n(\text{NO}) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль};$$

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 3 \cdot n(\text{NO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль};$$

$$n(\text{Ag}_2\text{S}) = \frac{1}{2}n(\text{Ag}) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль};$$

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 248 = 37,2 \text{ г}.$$

По уравнению (2.2.10):

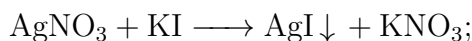
$$n(\text{HNO}_3) = 4 \cdot n(\text{NO}) = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ моль}.$$

В исходном растворе:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{90 \cdot 0,35}{63} = 0,5 \text{ моль} — \text{ в избытке}.$$

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{непрор.}} = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ моль}.$$

При добавлении к раствору, полученному растворением серебра в азотной кислоте, раствора иодида калия образуется иодид серебра:



$$n(\text{KI}) = \frac{415 \cdot 0,15}{166} = 0,375 \text{ моль} — \text{ в избытке};$$

$$n(\text{AgI}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль};$$

$$m(\text{AgI}) = n \cdot M = 0,3 \cdot 235 = 70,5 \text{ г}.$$

**Ответ:** 70,5.

**Задание 4.** (15 баллов) После завершения реакции к полученному раствору добавили 415 г 15%-го раствора йодида калия, при этом, помимо выпадения осадка, наблюдали выделение бесцветного газа. Определите массовую долю вещества в процентах в конечном растворе после отделения всех нерастворимых веществ. Ответ округлите до сотых.

### **Решение**

При обжиге сульфида серебра образуется не оксид металла, а сам металл (так как оксид термически неустойчив), получаем (2.2.9).

Газ, образующийся при обработке серебра 35%-й азотной кислотой, — NO, получаем (2.2.10):

$$n(\text{NO}) = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ моль};$$

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 3 \cdot n(\text{NO}) = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ моль};$$

$$n(\text{Ag}_2\text{S}) = \frac{1}{2}n(\text{Ag}) = \frac{0,3}{2} = 0,15 \text{ моль};$$

$$m(\text{Ag}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 248 = 37,2 \text{ г}.$$

По уравнению 2.2.10:

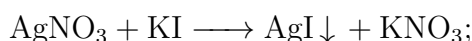
$$n(\text{HNO}_3) = 4 \cdot n(\text{NO}) = 4 \cdot 0,1 = 0,4 \text{ моль.}$$

В исходном растворе:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{90 \cdot 0,35}{63} = 0,5 \text{ моль — в избытке;}$$

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{непрор.}} = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ моль.}$$

При добавлении к раствору, полученному растворением серебра в азотной кислоте, раствора иодида калия образуется иодид серебра:



$$n(\text{KI}) = \frac{415 \cdot 0,15}{166} = 0,375 \text{ моль — в избытке;}$$

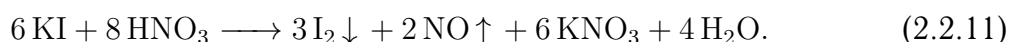
$$n(\text{AgI}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль;}$$

$$m(\text{AgI}) = n \cdot M = 0,3 \cdot 235 = 70,5 \text{ г;}$$

$$n(\text{KI})_{\text{прореаг.}} = n(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль;}$$

$$n(\text{KI})_{\text{непрореаг.}} = 0,3 - 0,375 = 0,075 \text{ моль.}$$

Выделение бесцветного газа при добавлении раствора иодида калия объясняется его взаимодействием с азотной кислотой, оставшейся в растворе:



$$n(\text{KI})_{\text{прореаг.}} = n(\text{AgNO}_3) = 0,3 \text{ моль;}$$

$$n(\text{KI})_{\text{непрореаг.}} = 0,3 - 0,375 = 0,075 \text{ моль;}$$

$$n(\text{HNO}_3)_{\text{непрореаг.}} = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ моль.}$$

В уравнении (2.2.11) реагенты провзаимодействовали полностью, т. о. в конечном растворе содержится только нитрат калия.

$$n(\text{KNO}_3) = 0,3 + 0,075 = 0,375 \text{ моль;}$$

$$m(\text{KNO}_3) = n \cdot M = 0,375 \cdot 101 = 37,875 \text{ г;}$$

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= m(\text{Ag}) + m(\text{р-ра HNO}_3) - m(\text{NO})_{\text{по(2.2.10)}} + m(\text{р-ра KI}) - m(\text{AgI}) - \\ &- m(\text{I}_2) - m(\text{NO})_{\text{по(2.2.11)}} = 0,3 \cdot 108 + 90 + 415 - 70,5 - 254 \cdot 0,0375 - \\ &- 30 \cdot (0,1 + 0,025) = 453,625 \text{ г;} \end{aligned}$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = \frac{37,875}{453,625} = 0,08349 \text{ или } 8,35\%.$$

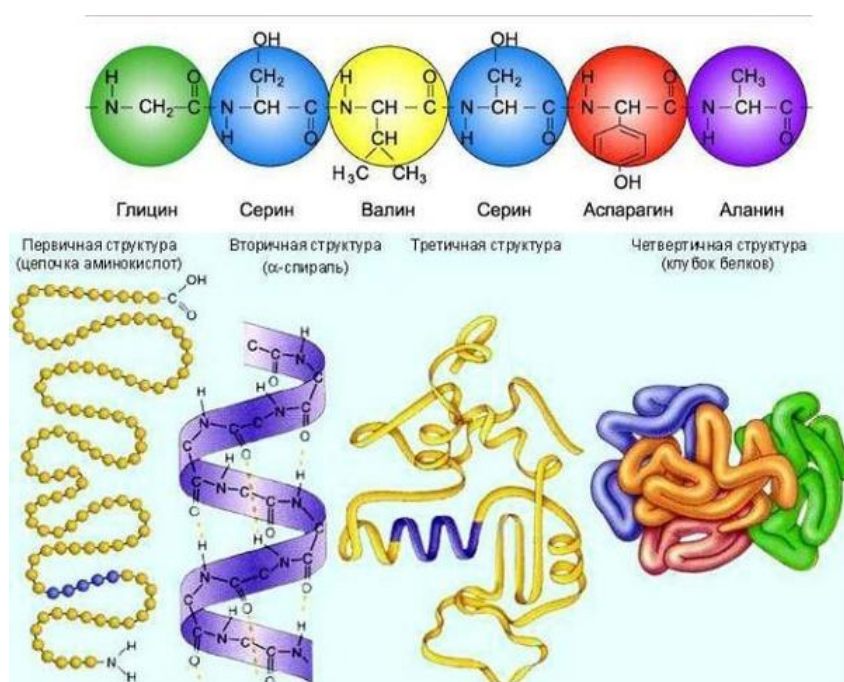
**Ответ:** 8,35.

### **Задача 2.2.4.2. Аминокислоты — «кирпичики» белковых молекул (15 баллов)**

Темы: органическая химия, массовая доля элемента, биохимия.

### Условие

В живых организмах белки играют важнейшую роль среди макромолекул, обеспечивая множество жизненно важных функций. Основатель русской биохимической школы Александр Яковлевич Данилевский в 1888 году впервые высказал предположение о наличии в молекуле белка связи –NH–CO–, которая позднее получила название пептидной связи. В 1902 году немецкий химик Эмиль Фишер сформулировал полипептидную теорию строения белка, согласно которой белки — это гигантские полипептидные цепи, состоящие из  $\alpha$ -аминокислот. В настоящее время известны порядка 300 аминокислот, однако в образовании природных белков участвуют только 20 из них, которые называются белокобразующими.



Последовательность этих аминокислот определяет уникальные свойства каждого белка. Некоторые аминокислоты могут быть синтезированы в организме, в то время как другие являются незаменимыми и должны поступать с пищей. Содержание белка в растениях считается важным показателем качества сельскохозяйственной продукции. Высокое содержание белка указывает на питательную ценность растения и способность обеспечивать необходимые аминокислоты для организма человека и животных.

**Задание 1.** (5 баллов) Некоторая белокобразующая аминокислота содержит 64,71% углерода, 5,88% водорода, 15,69% кислорода. Определите молекулярную формулу аминокислоты. Запишите ее в формате  $C_1H_2O_3N_4$ .

### Решение

$$\begin{aligned}\omega(N) &= 100 - 64,71 - 5,88 - 15,69 = 13,72\%; \\ n(C) : n(H) : n(O) : n(N) &= \frac{64,71}{12} : \frac{5,88}{1} : \frac{15,69}{16} : \frac{13,72}{14} = \\ &= 5,3925 : 5,88 : 0,98 : 0,98 = 11 : 12 : 2 : 2.\end{aligned}$$

Молекулярная формула аминокислоты —  $C_{11}H_{12}O_2N_2$ .



**Ответ:**  $C_{11}H_{12}O_2N_2$ .

**Задание 2.** (5 баллов) Некоторая белокобразующая аминокислота содержит 64,71% углерода, 5,88% водорода, 15,69 % кислорода. Запишите тривиальное название данной аминокислоты (строчными буквами).

**Решение**

$$\begin{aligned}\omega(N) &= 100 - 64,71 - 5,88 - 15,69 = 13,72\%; \\ n(C) : n(H) : n(O) : n(N) &= \frac{64,71}{12} : \frac{5,88}{1} : \frac{15,69}{16} : \frac{13,72}{14} = \\ &= 5,3925 : 5,88 : 0,98 : 0,98 = 11 : 12 : 2 : 2.\end{aligned}$$

Молекулярная формула аминокислоты —  $C_{11}H_{12}O_2N_2$ .

Это триптофан, ароматическая аминокислота, имеет структурную формулу, представленную на рис. 2.2.1.

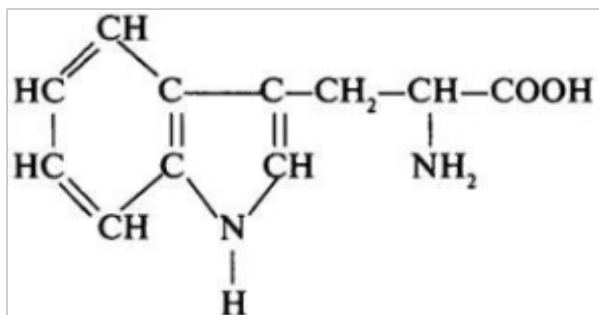


Рис. 2.2.1

**Ответ:** триптофан.

**Задание 3.** (5 баллов) Среди перечисленных реакций выберите номер реакции, являющейся качественной и одновременно специфической для данной аминокислоты:

- 0.1. нингидриновая,
- 0.2. биуретовая,
- 0.3. ксантопротеиновая,
- 0.4. цистеиновая.

В ответе укажите только номер реакции.

**Ответ:** 3.

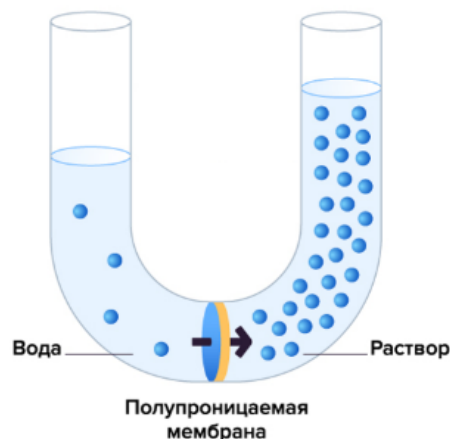
### **Задача 2.2.4.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

**Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Пores полупроницаемой

мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.



Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Осмос помогает растениям расти и всасывать воду корневой системой — поскольку в клеточном соке концентрация солей и сахаров выше, чем в почвенном растворе. Это важно учитывать при внесении удобрений — если осмотическое давление почвенного раствора станет слишком большим, поступление воды в растение прекратится, и оно погибнет (например, как в засоленных почвах).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте осмотическое давление раствора удобрения (130 г мочевины в 5 л воды) при температуре 20 °С. Ответ приведите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### Решение

Количество вещества мочевины:

$$n(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{M} = \frac{130}{16 \cdot 2 + 28} = 2,2 \text{ моль},$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{n(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{V} = \frac{2,2}{5} = 0,44 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 0,44 \cdot 8,314 \cdot (273 + 20) = 1\,072 \text{ кПа.}$

**Ответ:** 1 072. Диапазон 1 069–1 075.

**Задание 2.** (7 баллов) В медицине при внутривенном введении используют изотонические растворы — растворы, осмотическое давление которых соответствует давлению плазмы крови — в такой среде вода не поступает в клетку и не выводится из клетки, что предотвращает от повреждения эритроциты. Изотонический раствор хлорида натрия применяют как дезинтоксикационное средство, для коррекции состояния систем организма в случае обезвоживания и как растворитель других лекарственных препаратов.



Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в разбавленном растворе, осмотическое давление которого при температуре  $37^\circ\text{C}$  составляет  $749 \text{ кПа}$  (плотность примите  $\rho = 1000 \text{ г/л}$ ). Ответ приведите в процентах с точностью до сотых.

### Решение

Рассчитаем концентрацию частиц в растворе, исходя из величины осмотического давления:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{749}{8,314 \cdot (273 + 37)} = 0,29 \text{ моль/л.}$$

Хлорид натрия — электролит, диссоциирующий в растворе на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Поскольку точная степень диссоциации в информации не указана, а раствор является разбавленным, ее можно принять равной 100%.

Тогда концентрация хлорида натрия составляет:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{C}{2} = \frac{0,29}{2} = 0,145 \text{ моль/л,}$$

тогда масса соли в 1 л раствора

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M = C(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M = 0,145 \cdot 1 \cdot (23 + 35,5) = 8,48 \text{ г.}$$

Массовая доля в растворе:

$$\omega = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{8,48}{1 \cdot 1000} \cdot 100 = 0,85\%.$$

**Ответ:** 0,85. Диапазон 0,81–0,89.

**Задание 3.** (7 баллов) Измерение осмотического давления является одним из распространенных методов определения молекулярной массы полимера, влияющей на его свойства. Например, полистирол с высокой молекулярной массой обладает повышенной жесткостью и более высокой температурой плавления по сравнению с полистиролом с низкой молекулярной массой. Более того, с увеличением молекулярной массы полистирола увеличивается и его вязкость, что приводит к трудностям в переработке. Мембранный осмометр основан на измерении разности давлений — например, по разности высот в капиллярах раствора и растворителя, поскольку гидростатическое давление уравнивает осмотическое.

Установите молекулярную массу полистирола, если разность высот жидкости в осмометре для его раствора в толуоле, содержащего 3,5 г в 500 мл раствора, составляет 2,46 см при 20 °С. Ответ выразите в килограммах на моль (кг/моль) с точностью до десятых. Плотность толуола и раствора 867 кг/м<sup>3</sup>.

### **Решение**

Гидростатическое давление столба жидкости уравнивает осмотическое давление, для удобства расчета используем единицы измерения системы СИ:

$$\pi = CRT = \rho g \Delta h = 867 \cdot 9,8 \cdot (2,46 \cdot 10^{-2}) = 209 \text{ Па.}$$

Молярная концентрация раствора полимера составляет

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{209}{8,314 \cdot (273 + 20)} = 0,0858 \text{ моль/м}^3,$$

то есть количество вещества полимера

$$n = CV = 0,0858 \cdot \frac{0,5}{1\,000} = 0,0429 \text{ ммоль.}$$

Тогда молекулярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{3,5}{0,0429} = 81,6 \text{ кг/моль.}$$

**Ответ:** 81,6. Диапазон 79,8–82,2.

## **Задача 2.2.4.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.

### **Условие**

Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно

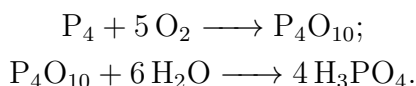
встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

**Задание 1.** (8 баллов) При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) для сжигания фосфора в 1 ч, если известно, что расход образующегося в башне 75%-го раствора фосфорной кислоты составляет 4 000 кг/ч. Ответ приведите в кубометрах с точностью до целых. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

### Решение

Запишем уравнения происходящих реакций:



Масса фосфорной кислоты:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \omega_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 4\,000 \cdot 0,75 = 3\,000 \text{ кг/ч.}$$

Количество вещества фосфорной кислоты:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M} = \frac{3\,000}{3 + 31 + 16 \cdot 4} = 30,61 \text{ кмоль/ч,}$$

что соответствует расчетному количеству вещества кислорода

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4} n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 38,26 \text{ кмоль/ч;} \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 38,26 = 76,52 \text{ кмоль/ч.} \end{aligned}$$

Объем кислорода

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2) V_0 = 76,52 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 1\,714\,160 \text{ л,}$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{1\,714\,160}{0,21 \cdot 1\,000} = 8\,163 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 8 163. Диапазон 7 700–8 600.

**Задание 2.** (8 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. При стандартных условиях рассчитайте теплоту, которая выделяется в ходе проходящих реакций при образовании указанного в задании № 1 количества фосфорной кислоты. Используйте данные таблицы, ответ выразите в мегаджоулях (мДж) с точностью до целых.

Вещество	$P_4O_{10(тв)}$	$H_3PO_{4(ж)}$	$H_2O_{(ж)}$
Теплота образования, кДж/моль	2 984,03	1 266,90	285,83

### Решение

В соответствии со следствием из закона Г.И. Гесса теплоту каждой из протекающей реакции можно выразить как разность между суммами теплот образования продуктов и реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов:

$$\begin{aligned}\Delta_r Q &= \sum n_i Q_f(\text{прод}) - \sum n_j Q_f(\text{реаг}); \\ \Delta_{r1} Q &= Q_f(P_4 O_{10(тв)}) - Q_f(P_{4(тв)}) - 5Q_f(O_{2(г)}); \\ \Delta_{r2} Q &= 4Q_f(H_3PO_{4(ж)}) - 6Q_f(H_2 O_{(ж)}) - Q_f(P_4 O_{10(тв)}).\end{aligned}$$

С учетом того, что теплоты образования простых веществ равны нулю, получим:

$$\begin{aligned}\Delta_{r1} Q &= 2\,984,03 \text{ кДж/моль}; \\ \Delta_{r2} Q &= 4 \cdot 1\,266,90 - 6 \cdot 285,83 - 2\,984,03 = 368,59 \text{ кДж/моль}.\end{aligned}$$

В расчете на 4 моль фосфорной кислоты

$$Q_R = \Delta_{r1} Q + \Delta_{r2} Q = 3\,352,62 \text{ кДж/моль}.$$

Тогда

$$Q = Q_R \cdot \frac{n(H_3PO_4)}{4} = 3\,352,62 \cdot \frac{30,61}{4} = 25\,658 \text{ МДж}.$$

**Ответ:** 25 658. Диапазон 25 620–25 700.

**Задание 3.** (9 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.



Рассчитайте  $pH$  с точностью до десятых 1,25 моль/л раствора фосфорной кислоты, если известно, что константа диссоциации кислоты по первой ступени составляет  $7,52 \cdot 10^{-3}$ , а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь.

**Решение**

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Выражение для константы диссоциации:

$$K_I = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]},$$

где в квадратных скобках указаны равновесные концентрации. Тогда

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}^+], [\text{H}_3\text{PO}_4] = C_0 - [\text{H}^+];$$

$$K_I = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_0 - [\text{H}^+]} = 7,52 \cdot 10^{-3}.$$

Решение уравнения при  $C_0 = 1,25$  моль/л позволяет найти

$$[\text{H}^+] = 0,093 \text{ моль/л},$$

откуда  $pH = -\lg([\text{H}^+]) \approx 1$ .

**Ответ:** 1.

### **Задача 2.2.4.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)**

Тема: химики России.

**Условие**

Этот выдающийся ученый начинал как математик и физик: степень кандидата он получил в Казанском университете за сочинение о законах движения планет и других небесных тел. Химией он стал заниматься по настоянию своего наставника и ректора университета Н. Н. Лобачевского. Так зарождалась Казанская химическая школа.

Будучи мастером органического синтеза, этот исследователь впервые осуществил реакцию бензоиновой конденсации и бензидиновую перегруппировку, получил «летучее горчичное масло» и разработал метод замещения атомов галогенов в органических соединениях водородом. Примечательно, что этот ученый был учителем химии А. Нобеля и даже внес свой вклад в применение нитроглицерина в качестве взрывчатого вещества. Однако мировую известность ему принесло открытие реакции превращения ароматических нитросоединений в аминосоединения, впоследствии названной его именем. Эта реакция позволила получить «бензидам», известный нам как анилин, и впоследствии положила начало промышленному синтезу многочисленных продуктов его превращений. В наши дни из анилина получают красители, лекарственные и взрывчатые вещества, а также полиуретаны. Научные заслуги признаны химиками всего мира. Знаменитый немецкий ученый А. В. Гофман скажет: «Если бы ... не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то и тогда его имя осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии».

Помимо науки этот академик активно занимался организационной и общественной работой, способствуя развитию органической химии, был одним из организаторов Русского химического общества и первым его президентом. Среди его учеников А. М. Бутлеров, Н. Н. Бекетов, А. П. Бородин, А. Н. Энгельгардт, Л. Н. Шишков. Впоследствии Бутлеров отметит: «Имя ... будут всегда чтить те, которым дороги и близки к сердцу успехи и величие науки в России».

Назовите этого ученого:

- А. Александр Павлович Виноградов;
- В. Александр Михайлович Зайцев;
- С. Николай Дмитриевич Зелинский;
- Д. Карл Карлович Клаус;
- Е. Николай Александрович Меншуткин;
- Г. Сергей Васильевич Лебедев;
- Г. Николай Николаевич Зинин;
- Н. Владимир Васильевич Марковников;
- И. Дмитрий Иванович Менделеев;
- Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

**Ответ:** Г.

## 2.2.5. Третья волна. Задачи 8–9 класса

Задачи третьей волны предметного тура по химии за 8–9 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63469/enter/>.

### ***Задача 2.2.5.1. Вода — ключевой фактор успеха в сити-фермерстве (25 баллов)***

Темы: неорганическая химия, количество вещества, расчет по уравнению реакции.

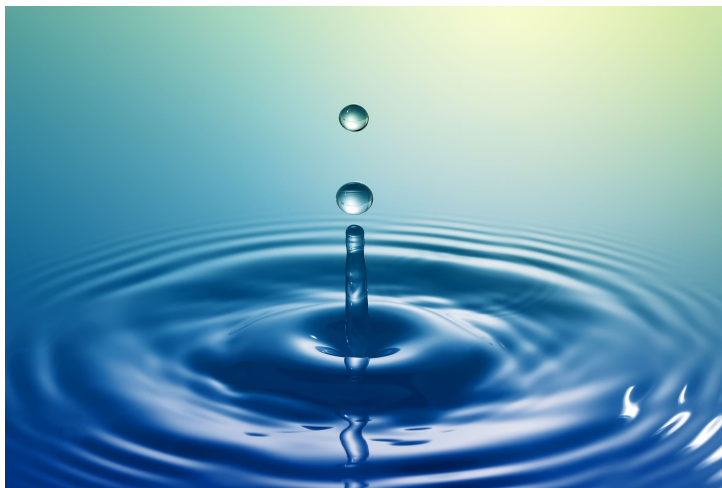
#### ***Условие***

В стремительно развивающемся мире городского сельского хозяйства, известного как сити-фермерство, вода играет роль не просто ресурса, а ключевого фактора, определяющего успешность выращивания. Однако не только количество воды, но и ее качество напрямую влияет на рост и развитие растений. Это особенно актуально для сити-фермерства, где растения выращиваются в замкнутых системах с ограниченным объемом воды, что делает качество воды первостепенным фактором. Одной из важнейших характеристик качества воды является ее жесткость, которая определяется содержанием в ней солей кальция и магния.

Высокая жесткость воды может создавать ряд проблем при выращивании растений, как в традиционных, так и в гидропонных системах, поскольку приводит к повышению pH раствора. Это делает недоступными для растения многие важные



питательные вещества, например, железо, марганец и цинк. В результате растение испытывает дефицит микроэлементов, что проявляется в замедленном росте, хлорозе — пожелтении листьев, а также повышенной уязвимости к болезням. Информацию о жесткости воды учитывают при приготовлении питательных растворов, так как необходимо знать точную концентрацию избыточных минералов, присутствующих в используемой воде. Кроме того, присутствие солей кальция и магния увеличивает риск отложения нерастворимых солей, который приводит к засорению и блокировке оросительного оборудования.

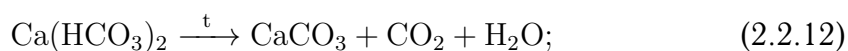


Для устранения временной (гидрокарбонатной) жесткости 1 л воды, содержащей катионы кальция и магния, прокипятили в течение длительного времени. При этом образовался осадок массой 14,2 мг и выделился углекислый газ объемом 3,36 мл (н. у.).

**Задание 1.** (10 баллов) Определите массу ионов кальция в миллиграммах (мг), обуславливающих временную жесткость воды. Ответ округлите до целых.

### Решение

При нагревании гидрокарбонаты разлагаются:



$$n(\text{CO}_2) = \frac{3,36 \text{ мл}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,15 \text{ ммоль}.$$

По уравнению реакции (2.2.12)  $n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2)$ .

По уравнению реакции (2.2.13)  $n(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) = n(\text{MgCO}_3) = n(\text{CO}_2)$ .

Пусть  $n(\text{CaCO}_3) = x$  ммоль,  $n(\text{MgCO}_3) = y$  ммоль, тогда:

$$\begin{cases} 100x + 84y = 14,2, \\ x + y = 0,15. \end{cases} \quad (2.2.14)$$

$$x = 0,1 \text{ ммоль}, y = 0,05 \text{ ммоль}.$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 40 = 4 \text{ мг}.$$

**Ответ:** 4.

**Задание 2.** (10 баллов) Определите массу ионов магния в миллиграммах (мг), обуславливающих временную жесткость воды. Ответ округлите до десятых.

**Решение**

Продолжая решения предыдущего задания, получим:

$$m(\text{Mg}^{2+}) = n \cdot M = 0,05 \cdot 24 = 1,2 \text{ мг.}$$

**Ответ:** 1,2. Диапазон 1,2–1,4.

**Задание 3.** (5 баллов) В соответствии с содержанием ионов кальция и магния (в миллиграммах), определите тип исследуемой воды (при условии, что жесткость обусловлена только гидрокарбонатами) по следующей шкале:

- 0.1. до 3 мг/л — мягкая;
- 0.2. 3–6 мг/л — средней жесткости;
- 0.3. от 6 мг/л — жесткая.

В ответе приведите цифру, соответствующую типу воды.

**Решение**

Суммарная масса катионов кальция и магния составляет  $4 + 1,2 = 5,2$  мг, что обуславливает среднюю жесткость воды.

**Ответ:** 2.

### **Задача 2.2.5.2. Питательный раствор для растений (20 баллов)**

*Темы: смеси веществ, массовая доля, количество вещества.*

**Условие**



Раствор для гидропоники представляет собой специальную жидкость, предназначенную для полноценного питания растений, в которую входят минеральные соли

и другие необходимые компоненты. В традиционном земледелии растения получают все необходимые для роста вещества из почвы, но гидропоника позволяет обходиться без нее, обеспечивая растения питательными веществами непосредственно через корневую систему в водной среде. Это особенно полезно в условиях ограниченного пространства или неблагоприятных почвенных условий. При создании питательного раствора для гидропоники важно учитывать специфику каждой культуры, так как разные растения требуют различных соотношений макро- и микроэлементов. Для достижения оптимального результата в гидропонике необходимо не только правильно подбирать компоненты, но и следить за их концентрацией. Неправильные пропорции могут привести к дефициту или избытку полезных веществ, что негативно скажется на здоровье растений. На протяжении многих лет различные ученые и агрономы разработали множество формул для питательных растворов, адаптированных для разных систем гидропоники. Например, известные формулы, такие как формула Туманова, Кнопа, Кидсона, Пюрдье, Шварца, Пильгрима и другие, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества. Эти формулы учитывают не только потребности конкретных культур, но и условия их выращивания, такие как температура, влажность и освещение.

Таким образом, раствор для гидропоники — это не просто смесь, а целая наука, требующая глубоких знаний о потребностях растений и условиях их роста.

Один из растворов для гидропоники — раствор Кнопа — предполагает следующее содержание солей в одном литре раствора:

- нитрата кальция — 1 г;
- нитрата калия — 0,25 г;
- сульфата магния — 0,25 г;
- дигидрофосфата калия — 0,25 г;
- хлорида калия — 0,125 г.

Рассчитайте массовые доли элементов (в процентах) в полученном растворе. Плотность раствора примите за 1 г/мл.

**Задание 1.** (4 балла) Вычислите массовую долю элемента кальция в растворе (в процентах). Ответ округлите до тысячных.

### **Решение**

Для определения массовой доли кальция определим количество 1 г нитрата кальция, а затем массу элемента кальция:

$$\begin{aligned} n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) &= \frac{1}{164} = 0,006\,097\,5 \text{ моль} \approx 0,0061 \text{ моль}; \\ m(\text{Ca}) &= n \cdot M = 0,006\,097\,5 \cdot 40 = 0,2439 \text{ г}; \\ m(\text{раствора}) &= V \cdot \rho = 1\,000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1\,000 \text{ г}; \\ \omega(\text{Ca}) &= \frac{0,2439 \cdot 100}{1\,000} = 0,024\,39\% \approx 0,024\%. \end{aligned}$$

**Ответ:**  $0,024 \pm 0,001$ .

**Задание 2.** (4 балла) Вычислите массовую долю элемента калия в растворе (в процентах). Ответ округлите до тысячных.

**Решение**

Для определения массовой доли калия необходимо учитывать, что этот элемент содержится в нитрате, дигидрофосфате и хлориде. Определим количество веществ, а затем суммарную массу элемента калия:

$$n(\text{KNO}_3) = \frac{0,25}{101} = 0,002\,475\,2 \text{ моль} \approx 0,0025 \text{ моль};$$

$$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = \frac{0,25}{136} = 0,001\,838\,2 \text{ моль} \approx 0,0018 \text{ моль};$$

$$n(\text{KCl}) = \frac{0,125}{74,5} = 0,001\,677\,8 \text{ моль} \approx 0,0017 \text{ моль};$$

$$n(\text{K}) = 0,002\,475\,2 + 0,001\,838\,2 + 0,001\,677\,8 = 0,005\,991\,2 \approx 0,006 \text{ моль}$$

или, с учетом округления:

$$n(\text{K}) = 0,0025 + 0,0018 + 0,0017 = 0,006 \text{ моль};$$

$$m(\text{K}) = n \cdot M = 0,006 \cdot 39 = 0,234 \text{ г};$$

$$m(\text{раствора}) = V \cdot \rho = 1\,000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1\,000 \text{ г};$$

$$\omega(\text{K}) = \frac{0,234 \cdot 100}{1\,000} = 0,0234\% \approx 0,023\%.$$

**Ответ:**  $0,023 \pm 0,001$ .

**Задание 3.** (4 балла) Вычислите массовую долю элемента магния в растворе (в процентах). Ответ округлите до тысячных.

**Решение**

Для определения массовой доли магния определим количество сульфата магния, а затем массу элемента магния:

$$n(\text{MgSO}_4) = \frac{0,25}{120} = 0,002\,083\,3 \text{ моль} \approx 0,0021 \text{ моль};$$

$$m(\text{Mg}) = n \cdot M = 0,002\,083\,3 \cdot 24 = 0,049\,999\,2 \approx 0,05 \text{ г};$$

$$m(\text{раствора}) = V \cdot \rho = 1\,000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1\,000 \text{ г};$$

$$\omega(\text{Mg}) = \frac{0,05 \cdot 100}{1\,000} = 0,005\%.$$

**Ответ:**  $0,005 \pm 0,001$ .

**Задание 4.** (4 балла) Вычислите массовую долю элемента азота в растворе (в процентах). Ответ округлите до тысячных.

**Решение**

Для определения массовой доли азота необходимо учитывать, что этот элемент содержится в нитратах кальция и калия. Определим количество веществ,

а затем суммарную массу элемента азота:

$$\begin{aligned}n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) &= \frac{1}{164} = 0,006\,097\,5 \text{ моль} \approx 0,006\,1 \text{ моль}; \\n(\text{KNO}_3) &= \frac{0,25}{101} = 0,002\,475\,2 \text{ моль} \approx 0,0025 \text{ моль}; \\n(\text{N}) &= 0,006\,097\,5 \cdot 2 + 0,002\,475\,2 = 0,014\,670\,2 \approx 0,0147 \text{ моль}\end{aligned}$$

или, с учетом округления:

$$\begin{aligned}n(\text{N}) &= 0,0061 \cdot 2 + 0,0025 = 0,0147 \text{ моль}; \\m(\text{N}) &= n \cdot M = 0,0147 \cdot 14 = 0,2058 \text{ г}; \\m(\text{раствора}) &= V \cdot \rho = 1\,000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1\,000 \text{ г}; \\\omega(\text{N}) &= \frac{0,2058 \cdot 100}{1\,000} = 0,02058\% \approx 0,021\%.\end{aligned}$$

**Ответ:**  $0,021 \pm 0,001$ .

**Задание 5.** (4 балла) Вычислите массовую долю элемента фосфора в растворе (в процентах). Ответ округлите до тысячных.

### **Решение**

Для определения массовой доли фосфора определим дигидрофосфата калия, а затем массу элемента фосфора:

$$\begin{aligned}n(\text{KH}_2\text{PO}_4) &= \frac{0,25}{136} = 0,001\,838\,2 \text{ моль} \approx 0,0018 \text{ моль}; \\m(\text{P}) &= n \cdot M = 0,001\,838\,2 \cdot 31 = 0,056\,984\,2 \approx 0,057 \text{ г}; \\m(\text{раствора}) &= V \cdot \rho = 1\,000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1\,000 \text{ г}; \\\omega(\text{P}) &= \frac{0,057 \cdot 100}{1\,000} = 0,0057\% \approx 0,006\%.\end{aligned}$$

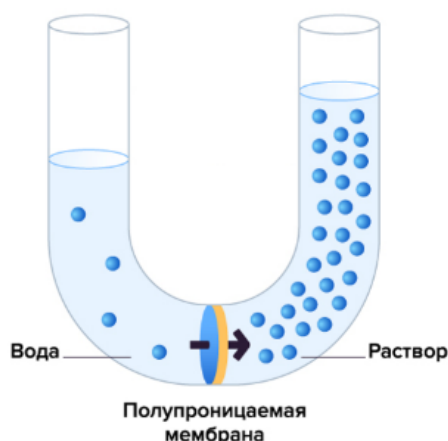
**Ответ:**  $0,006 \pm 0,001$ .

### **Задача 2.2.5.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

#### **Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества.



Поры полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Но осмос значим и в быту: с древности с его помощью консервировали пищу — в соленой среде вода вытекает из клеток, что приводит к сморщиванию (весь материал внутри клетки отслаивается от клеточной стенки) и потере жизнедеятельности микроорганизмов (этот процесс называют плазмолизом).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте массу поваренной соли, необходимую для приготовления 1,75 л рассола для засаливания огурцов (плотность  $\rho = 1\,041$  г/л), массовая доля соли в котором составляет 6,0%. Ответ приведите в граммах с точностью до десятых.

### **Решение**

Рассчитаем массу раствора  $m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,041 \cdot 1,75 = 1821,8$  г.

Масса соли составляет:

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \omega(\text{NaCl}) = 1\,821,8 \cdot 0,06 = 109,3 \text{ г.}$$

**Ответ:** 109,3. Диапазон 109–110.

**Задание 2.** (7 баллов) Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

В терапевтических целях иногда используют гипертонические растворы — растворы, осмотическое давление которых превышает давление плазмы крови — в такой среде вода выходит через мембрану из клетки, и клетка сжимается. Гипертонический 10%-й раствор глюкозы вводят для регидратации в случае потери жидкости, для разведения и растворения вводимых парентерально лекарственных препаратов, а также в качестве источника углеводов.



Рассчитайте величину осмотического давления 10%-го водного раствора глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) при температуре 25 °С (плотность  $\rho = 1\,037$  г/л). Ответ приведите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### **Решение**

Рассчитаем массу 1 л раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,037 \cdot 1,0 = 1\,037 \text{ г.}$$

Масса глюкозы составляет:

$$m(C_6H_{12}O_6) = m_{\text{р-ра}} \omega(C_6H_{12}O_6) = 1\,037 \cdot 0,10 = 103,7 \text{ г.}$$

Количество вещества глюкозы:

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{103,7}{6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16} = 0,574 \text{ моль,}$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(C_6H_{12}O_6) = \frac{n(C_6H_{12}O_6)}{V} = \frac{0,574}{1} = 0,574 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 0,574 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) = 1\,423,2$  кПа.

**Ответ:** 1 423. Диапазон 1 403–1 443.

**Задание 3.** (7 баллов) Полимер поливиниловый спирт является дезинтоксикатором: его водные растворы вводят внутривенно для связывания токсинов из-за способности связывать в комплексы вещества различной природы. Это также способствует улучшению реологических свойств крови. Осмотическое давление раствора полимера мало, поэтому в состав также включают неорганические соли, чтобы сделать раствор препарата изотоничным крови.

Установите молярную массу поливинилового спирта в граммах на моль (г/моль) с точностью до целых, если осмотическое давление раствора, содержащего 6,00 г полимера в 200,0 мл раствора, составляет 6,873 кПа при 37 °С.

### **Решение**

Молярная концентрация раствора полимера:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{6,873}{8,314 \cdot (273 + 37)} = 2,67 \text{ ммоль/л},$$

то есть количество вещества полимера:

$$n = CV = 2,67 \cdot 0,2 = 0,534 \text{ ммоль}.$$

Тогда молярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{6,00}{0,534} \cdot 1\,000 = 11\,236 \text{ кг/моль}.$$

**Ответ:** 11 236. Диапазон 11 036–11 436.

### **Задача 2.2.5.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

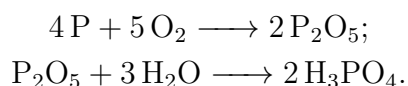
Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.

#### **Условие**

Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

Этот процесс упрощенно можно описать следующими реакциями:





**Задание 1.** (7 баллов) При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, содержащего 1,2% негорючих примесей (расход фосфора 3 750 кг/ч). Ответ выразите в кубических метрах с точностью до целых. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

### Решение

В расчете на один час количество вещества фосфора составляет

$$n(P) = \frac{m}{M} = \frac{3\,750 \cdot 0,988}{31} = 119,52 \text{ кмоль},$$

тогда

$$n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = \frac{5}{4}n(P) = 149,40 \text{ кмоль};$$

$$n_{\text{практ}}(\text{O}_2) = 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 149,40 = 298,8 \text{ кмоль}.$$

Объем кислорода:

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2)V_0 = 298,8 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 6\,693\,120 \text{ л},$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{6\,693\,120}{0,21 \cdot 1\,000} = 31\,872 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 31 872. Диапазон 29 640–34 100.

**Задание 2.** (6 баллов) Рассчитайте массу 80%-го раствора фосфорной кислоты, образующегося в башне, в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых.

### Решение

Количество вещества фосфорной кислоты соответствует количеству фосфора  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(P) = 119,52 \text{ кмоль/ч}$ , тогда:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4)M = 119,52 \cdot (3 + 31 + 16 \cdot 4) = 11\,713 \text{ кг/ч};$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{11\,713}{0,80} = 14\,641 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 14 641. Диапазон 14 637–14 645.

**Задание 3.** (6 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. Рассчитайте массу угля, содержащего 3% негорючих примесей, которую удастся сэкономить при полном использовании тепла сгорания фосфора. Ответ выразите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых. Теплота сгорания белого фосфора в указанных условиях составляет 1 764 кДж/моль, углерода 394 кДж/моль.

**Решение**

Количество теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, составляет

$$Q = Q_P n(P) = 119,52 \cdot 1\,764 = 210\,833 \text{ МДж/ч},$$

тогда

$$n(C) = \frac{Q}{Q_C} = \frac{210\,833 \cdot 1\,000}{394} = 535\,110 \text{ моль/ч};$$

$$m(C) = n(C)M = 535\,110 \cdot 12 = 6\,421 \text{ кг/ч};$$

$$m_{\text{уголь}} = \frac{m(C)}{\omega(C)} = \frac{6\,421}{0,90} = 6\,620 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 6 620. Диапазон 6 616–6 624.

**Задание 4.** (6 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов.

Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.



Рассчитайте концентрацию ионов водорода в миллимоль на литр (ммоль/л) с точностью до десятых в 0,015 моль/л растворе фосфорной кислоты, если известно, что степень диссоциации кислоты по первой ступени составляет 50%, а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь.

**Решение**

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Степень диссоциации представляет собой отношение количества вещества, распавшегося на ионы, к общему количеству растворенного вещества:

$$\alpha_I = \frac{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{n_0(\text{H}_3\text{PO}_4)}.$$

В расчете на 1 л раствора  $n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = CV = 0,015 \cdot 1 = 0,015$  моль,

$$\begin{aligned} n(\text{H}^+) &= n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \alpha_I n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,50 \cdot 0,015 = \\ &= 0,0075 \text{ моль} = 7,5 \text{ ммоль}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 7,5.

### **Задача 2.2.5.5. Ученый (10 баллов)**

Тема: химики России.

#### **Условие**

В стенах Казанского университета, где начинал свой путь будущий ученый, царила атмосфера, далекая от современного представления о химической лаборатории. Два рабочих стола, калильные печи, одна большая печь и песчаная баня без тяги — вот и весь скромный арсенал для проведения экспериментов. Опыты, требующие вытяжной вентиляции, проводились прямо на улице, независимо от времени года. Холодная зима или палящее солнце — наука не знала границ. В 1853 году отец ученого, желая обеспечить сыну более стабильное будущее, уговаривал его сменить направление деятельности и отказал во всяческой материальной поддержке. Но, вопреки всем уговорам, юноша, движимый неугасимой жаждой познания, твердо решил посвятить себя науке. В 1844 году он поступил в Петербургский университет, но уже через три года перешел в Казанский, где стал учеником знаменитого русского химика-органика Николая Николаевича Зинина. Казалось бы, естественным продолжением было бы изучение органической химии, следуя по стопам своего учителя. Однако молодой ученый, не ограничиваясь рамками одного направления, увлекся физической химией, тогда еще только формирующейся областью знания. И хотя немцы утверждают, что приоритет в развитии физической химии принадлежит Вильгельму Оствальду, наш ученый уже в 1865 году, когда Оствальд был еще ребенком, читал студентам систематический курс по этой дисциплине.

Важным фактором, способствовавшим его успехам, была не только страсть к науке, но и способность использовать подручные средства для достижения поставленных задач. Так, исследуя явление алюминотермии, он прибегнул к изогнутому ружейному стволу в качестве реакционного сосуда. Ученый также изучал восстановительные способности других металлов, что позволило ему разработать «вытеснительный ряд металлов». Этот ряд, составленный по возрастанию активности металлов, стал неотъемлемой частью химии, помогая прогнозировать и анализировать химические реакции.

По мнению И. А. Каблукова, имя этого ученого «будет стоять в истории науки рядом с именами Д. И. Менделеева и А. М. Бутлерова и будет занесено золотыми буквами в историю науки в России».

Назовите этого ученого:

- A. Федор Федорович Бейльштейн;
- B. Николай Николаевич Бекетов;
- C. Александр Порфирьевич Бородин;
- D. Владимир Иванович Вернадский;

Е. Александр Абрамович Воскресенский;  
Ф. Николай Дмитриевич Зелинский;  
Г. Сергей Васильевич Лебедев;  
Н. Юрий Анатольевич Овчинников;  
И. Игорь Михайлович Скурихин;  
Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

**Ответ:** В.

## 2.2.6. Третья волна. Задачи 10–11 класса

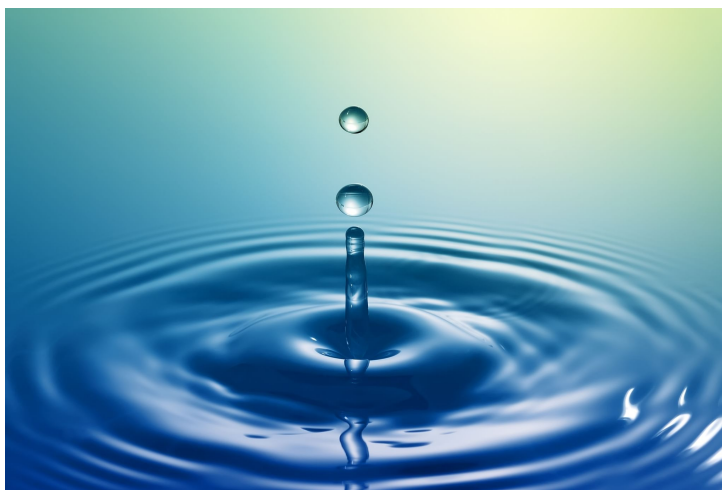
Задачи третьей волны предметного тура по химии за 10–11 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63486/enter/>.

### ***Задача 2.2.6.1. Вода — ключевой фактор успеха в сити-фермерстве (30 баллов)***

Темы: неорганическая химия, количество вещества, расчет по уравнению реакции.

#### ***Условие***

В стремительно развивающемся мире городского сельского хозяйства, известного как сити-фермерство, вода играет роль не просто ресурса, а ключевого фактора, определяющего успешность выращивания.



Однако не только количество воды, но и ее качество напрямую влияет на рост и развитие растений. Это особенно актуально для сити-фермерства, где растения выращиваются в замкнутых системах с ограниченным объемом воды, что делает качество воды первостепенным фактором. Одной из важнейших характеристик качества воды является ее жесткость, которая определяется содержанием в ней солей кальция и магния.

Высокая жесткость воды может создавать ряд проблем при выращивании растений, как в традиционных, так и в гидропонных системах. Высокое содержание кальция и магния в воде может приводить к повышению pH раствора, что делает недоступными для растения многие важные питательные вещества, например, железо, марганец и цинк. В результате растение испытывает дефицит микроэлементов, что проявляется в замедленном росте, хлорозе — пожелтении листьев, а также повышенной уязвимости к болезням. Информацию о жесткости воды учитывают при приготовлении питательных растворов, так как необходимо знать точную концентрацию избыточных минералов, присутствующих в используемой воде. Кроме того, присутствие солей кальция и магния увеличивает риск отложения нерастворимых солей, который приводит к засорению и блокировке оросительного оборудования.

Для определения жесткости воды можно использовать метод комплексонометрического титрования, который основывается на реакциях комплексообразования между ионами, содержащимися в анализируемом растворе, и титрантом. В данном случае титрантом является раствор ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты). ЭДТА образует стабильные комплексные соединения с ионами кальция и магния в соотношении 1 : 1. Это позволяет точно измерять количество этих ионов в воде, что является важным для оценки жесткости. Процесс титрования включает в себя поэтапное добавление титранта к образцу воды, пока не произойдет полное взаимодействие между ионами кальция и магния и ЭДТА. Завершение реакции фиксируется с помощью металлоиндикаторов, таких как эриохром черный Т и мурексид. Эти индикаторы изменяют цвет в зависимости от наличия ионов кальция и магния, что позволяет визуально определить момент окончания титрования. Для отдельного определения содержания кальция и магния в воде проводят два титрования в разных условиях. В одном в качестве индикатора используется эриохром черный Т. В этом случае в результате титрования определяется общее количество ионов кальция и магния. Во втором подходе используется мурексид, который также реагирует с обоими ионами, но с некоторыми модификациями. Перед титрованием в раствор добавляется едкий натр (NaOH), что приводит к осаждению магния в виде гидроксида. Таким образом, в этом случае титруется только кальций, а содержание магния можно вычислить по разнице. Титрование обычно проводят трижды для повышения точности результатов, после чего рассчитывается средний объем использованного титранта. Расчет содержания кальция и магния осуществляют по формулам:

$$m(\text{Ca}^{2+}) \text{ в мг в 1 л} = \frac{C_{\text{ЭДТА}} \cdot V_{\text{ЭДТА1}} \cdot 1000 \cdot M_{\text{Ca}^{2+}}}{V_{\text{пробы}}};$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) \text{ в мг в 1 л} = \frac{C_{\text{ЭДТА}} \cdot (V_{\text{ЭДТА2}} - V_{\text{ЭДТА1}}) \cdot 1000 \cdot M_{\text{Mg}^{2+}}}{V_{\text{пробы}}},$$

где

- $C_{\text{ЭДТА1}}$  — молярная концентрация ЭДТА, моль/л;
- $V_{\text{ЭДТА1}}$  — средний объем ЭДТА, пошедший на титрование с мурексидом, мл;
- $V_{\text{ЭДТА2}}$  — средний объем ЭДТА, пошедший на титрование с эриохромом черным Т, мл;
- $M_{\text{Ca}^{2+}}, M_{\text{Mg}^{2+}}$  — молярные массы кальция и магния, г/моль.

**Задание 1.** (7 баллов) Определите в миллиграммах массу ионов кальция, содержащуюся в 1 л воды, если при трехкратном титровании пробы воды объемом 100 мл с металлоиндикатором мурексидом 0,005 М раствором ЭДТА при  $pH = 12$  до перехода красной окраски раствора в фиолетовую объемы ЭДТА составили: 2,9 мл, 2,7 мл, 2,8 мл. Ответ округлите до десятых.

**Решение**

Комплексометрическое титрование воды раствором ЭДТА с использованием мурексида при  $pH = 12$  позволяет определить содержание кальция при совместном нахождении в пробе магния, так как при данном значении  $pH$  магний осаждается в виде гидроксида.

Средний объем титранта, пошедшего на титрование, составляет

$$V_{\text{ЭДТА1}} = \frac{2,9 + 2,7 + 2,8}{3} = 2,8 \text{ мл.}$$

Массу кальция определяем по формуле:

$$\begin{aligned} m(\text{Ca}^{2+}) \text{ в мг в 1 л} &= \frac{C_{\text{ЭДТА1}} \cdot V_{\text{ЭДТА1}} \cdot 1000 \cdot M_{\text{Ca}^{2+}}}{V_{\text{пробы}}} = \\ &= \frac{0,005 \cdot 2,8 \cdot 1000 \cdot 40}{100} = 5,6 \text{ мг.} \end{aligned}$$

**Ответ:** 5,6. Диапазон 5,4–5,8.

**Задание 2.** (7 баллов) Определите в миллиграммах массу ионов магния, содержащуюся в 1 л воды, если при трехкратном титровании пробы воды объемом 100 мл с металлоиндикатором мурексидом 0,005 М раствором ЭДТА при  $pH = 12$  до перехода красной окраски раствора в фиолетовую объемы ЭДТА составили: 2,9 мл, 2,7 мл, 2,8 мл; а с металлоиндикатором эриохромом черным Т 0,005 М раствором ЭДТА при  $pH = 10$  до перехода красной окраски в синюю объемы ЭДТА составили: 4,5 мл, 4,4 мл, 4,3 мл. Ответ округлите до сотых.

**Решение**

Комплексометрическое титрование воды раствором ЭДТА с использованием эриохрома черного Т при  $pH = 10$  позволяет определить суммарное содержание кальция и магния в пробе, магний рассчитывают по разнице с предыдущим титрованием.

Средний объем титранта, пошедшего на титрование, составляет

$$V_{\text{ЭДТА1}} = \frac{4,5 + 4,4 + 4,3}{3} = 4,4 \text{ мл.}$$

Массу магния определяем по формуле:

$$\begin{aligned} m(\text{Mg}^{2+}) \text{ в мг в 1 л} &= \frac{C_{\text{ЭДТА1}} \cdot (V_{\text{ЭДТА2}} - V_{\text{ЭДТА1}}) \cdot 1000 \cdot M_{\text{Mg}^{2+}}}{V_{\text{пробы}}} = \\ &= \frac{0,005 \cdot (4,4 - 2,8) \cdot 1000 \cdot 24}{100} = 1,92 \text{ мг.} \end{aligned}$$

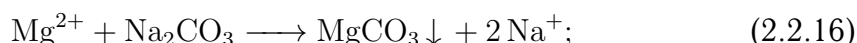
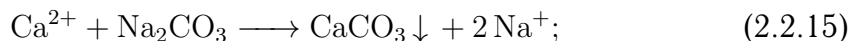
**Ответ:** 1,92. Диапазон 1,90–1,94.

**Задание 3.** (6 баллов) При необходимости умягчить воду можно воспользоваться одним из химических методов устранения жесткости воды — добавлением к воде раствора соды. При этом ионы кальция и магния осаждаются в виде

нерастворимых солей. Определите массу осадка, образовавшегося при добавлении к 10 л воды, содержащей  $7,525 \cdot 10^{20}$  ионов кальция и  $9,632 \cdot 10^{20}$  ионов магния, раствора кальцинированной соды, взятой в избытке. Ответ выразите в миллиграммах (мг) и округлите до целых.

### Решение

Кальцинированная сода — карбонат натрия, катионы кальция и магния образуют с ней нерастворимые карбонаты:



$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{7,525 \cdot 10^{20}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,00125 \text{ моль} = 1,25 \text{ ммоль};$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = \frac{9,632 \cdot 10^{20}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,0016 \text{ моль} = 1,6 \text{ ммоль};$$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}^{2+}) = 1,25 \text{ ммоль};$$

$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 1,25 \cdot 100 = 125 \text{ мг};$$

$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{Mg}^{2+}) = 1,16 \text{ ммоль};$$

$$m(\text{MgCO}_3) = n \cdot M = 1,16 \cdot 84 = 134,4 \text{ мг};$$

$$m(\text{осадка}) = 125 + 134,4 = 259,4 \text{ мг} \approx 259 \text{ мг в 10 л воды.}$$

**Ответ:** 259. Диапазон 258–260.

**Задание 4.** (10 баллов) Для устранения временной жесткости воды, обусловленной содержанием гидрокарбонатов кальция и магния, 1 л воды прокипятили в течение длительного времени в закрытом сосуде. При этом образовался осадок массой 28,4 мг и выделился углекислый газ объемом 6,72 мл (н. у.). Определите суммарную массу ионов кальция и магния, устраненных кипячением из 1 л воды. Ответ выразите в миллиграммах (мг) и округлите до десятых.

### Решение

При нагревании гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются по формулам 2.2.15 и 2.2.16.

$$n(\text{CO}_2) = \frac{6,72 \text{ мл}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,3 \text{ ммоль.}$$

Пусть  $n(\text{CaCO}_3) = x$  ммоль,  $n(\text{MgCO}_3) = y$  ммоль.

По уравнению (2.2.15)  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = x$  ммоль.

По уравнению (2.2.16)  $n(\text{CO}_2) = n(\text{MgCO}_3) = y$  ммоль, тогда:

$$\begin{cases} 100x + 84y = 28,4, \\ x + y = 0,3. \end{cases}$$

$x = 0,2$  ммоль,  $y = 0,1$  ммоль.

$$n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CaCO}_3) = 0,2 \text{ ммоль};$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{MgCO}_3) = 0,1 \text{ ммоль};$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = n \cdot M = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ мг};$$

$$m(\text{Mg}^{2+}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 24 = 2,4 \text{ мг};$$

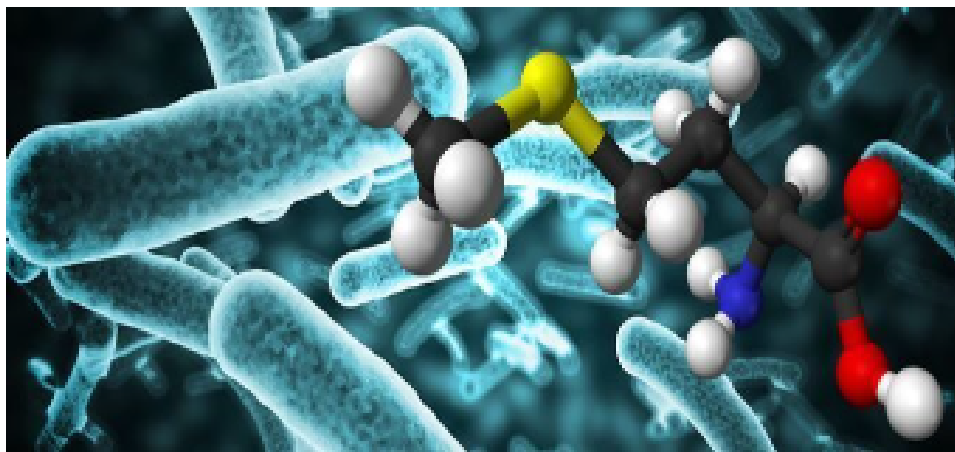
$$m(\text{Ca}^{2+}) + m(\text{Mg}^{2+}) = 8 + 2,4 = 10,4 \text{ мг}.$$

**Ответ:** 10,4. Диапазон 10,2–10,6.

### **Задача 2.2.6.2. Аминокислоты в биотехнологиях (15 баллов)**

*Темы: органическая химия, расчет по уравнению реакции, биохимия.*

#### **Условие**



Аминокислоты играют ключевую роль в современных биотехнологиях, становясь основой для множества инновационных процессов и продуктов. Их применение охватывает широкий спектр областей, среди которых особенно выделяются производство вакцин, создание терапевтических белков и разработка различных биофармацевтических препаратов. Например, в последние годы значительное внимание уделяется использованию аминокислот в разработке мРНК-вакцин, которые продемонстрировали свою эффективность в борьбе с COVID-19. Кроме того, аминокислоты активно задействуются в производстве моноклональных антител, которые применяются для лечения различных заболеваний, включая рак и аутоиммунные расстройства. Эти антитела, созданные на основе специфических аминокислотных последовательностей, способны целенаправленно связываться с определенными молекулами в организме, что делает их мощным инструментом в терапии. Исследования в области аминокислот не ограничиваются только медициной. Они также находят применение в сельском хозяйстве, где аминокислоты используются для создания высококачественных кормов, способствующих улучшению здоровья животных и увеличению продуктивности. В сфере пищевых технологий аминокислоты применяются для улучшения вкусовых качеств продуктов, а также для обогащения их питательными веществами. С учетом быстрого развития науки и технологий, можно ожидать, что



в будущем мы увидим новые, ранее невообразимые, сферы и методы применения аминокислот.

Небольшой фрагмент белка *A*, состоящий из двух аминокислот массой 10,8 г, сожгли в достаточном количестве кислорода. В процессе горения образовалось 11,2 л (н. у.) углекислого газа, 9 г воды и 1,12 л азота (н. у.). В присутствии соляной кислоты исходное вещество подверглось гидролизу с образованием единственной соли.

**Задание 1.** (8 баллов) Определите молярную массу исходного вещества *A* в граммах на моль (г/моль). Ответ запишите с точностью до целых.

### Решение

Фрагмент из двух аминокислот — дипептид. Определим количества образующихся в результате сжигания дипептида веществ и количества элементов, входящих в его состав.

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}; m(\text{C}) = n \cdot M = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ г};$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{9}{18} = 0,5 \text{ моль}; n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}) = n \cdot M = 1 \cdot 1 = 1 \text{ г};$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль}; n(\text{N}) = 2 \cdot n(\text{N}_2) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль};$$

$$m(\text{N}) = n \cdot M = 0,1 \cdot 14 = 1,4 \text{ г};$$

$$m(\text{O}) = 10,8 - 6 - 1 - 1,4 = 2,4 \text{ г};$$

$$n(\text{O}) = \frac{2,4}{16} = 0,15 \text{ моль};$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{N}) = 0,5 : 1 : 0,15 : 0,1 = 5 : 10 : 1,5 : 1 (\times 2);$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{N}) = 10 : 20 : 3 : 2.$$

Молекулярная формула дипептида —  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_3\text{N}_2$ .

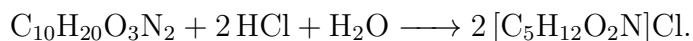
Молекулярная масса дипептида  $M(\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_3\text{N}_2) = 216 \text{ г/моль}$ .

**Ответ:** 216. Диапазон 215–217.

**Задание 2.** (5 баллов) Определите, какая аминокислота образует фрагмент белка *A*, укажите ее тривиальное название.

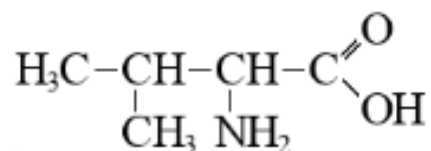
### Решение

При гидролизе дипептида  $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_3\text{N}_2$  образуется только одна соль, следовательно, дипептид состоит из одинаковых аминокислот, содержащих по 5 атомов углерода.



Молекулярная формула аминокислоты, соответствующая образовавшейся соли —  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$ .

Аминокислота, имеющая брутто-формулу  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$  — валин.



Валин относится к группе незаменимых аминокислот, то есть эта аминокислота не синтезируется в организме человека и должна поступать с пищей.

*L*-валин — это аминокислота, которая коммерчески важна, его можно использовать в качестве кормовой добавки для животных, ингредиента косметических средств и специальных питательных веществ в фармацевтической и сельскохозяйственной областях. *L*-валин может улучшать функцию лактации у племенных животных и рассматривался как одна из лимитирующих аминокислот в кормах для домашней птицы и свиней. Добавление *L*-валина может придать косметическим средствам увлажняющую функцию и стимулировать синтез коллагена. В фармацевтической промышленности *L*-валин широко используется в качестве компонента для инфузий аминокислот третьего поколения и обладает высокой устойчивостью к синтезу и разложению мышечного белка; он играет важную роль в фармакологических питательных веществах для пациентов с хроническими заболеваниями печени.

**Ответ:** валин (принимать Валин / ВАЛИН).

**Задание 3.** (2 балла) Среди перечисленных реакций выберите ту, с помощью которой можно отличать растворы пептидов от растворов аминокислот:

- 0.1. нингидриновая;
- 0.2. биуретовая;
- 0.3. ксантопротеиновая;
- 0.4. цистеиновая.

В ответе укажите только номер реакции.

**Решение**

Фрагмент белка, то есть пептид, можно обнаружить с помощью биуретовой реакции — качественной реакции на пептидную связь.

**Ответ:** 2.

### **Задача 2.2.6.3. Осмос: от агрохимии и медицины до новых материалов (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

### Условие



Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Поры полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.

Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Осмос помогает растениям расти и всасывать воду корневой системой — поскольку в клеточном соке концентрация солей и сахаров выше, чем в почвенном растворе. Это важно учитывать при внесении удобрений — если осмотическое давление почвенного раствора станет слишком большим, поступление воды в растение прекратится, и оно погибнет (например, как в засоленных почвах).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте осмотическое давление раствора удобрения (380 г мочевины в 15 л воды) при температуре 22 °С. Ответ выразите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

**Решение**

Количество вещества мочевины:

$$n(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{m(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{M} = \frac{380}{16 \cdot 2 + 28} = 6,3 \text{ моль},$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{n(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{V} = \frac{6,3}{15} = 0,42 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 0,42 \cdot 8,314 \cdot (273 + 22) = 1\,030 \text{ кПа}$ .

**Ответ:** 1 030. Диапазон 1 015–1 045.

**Задание 2.** (7 баллов) В медицине при внутривенном введении используют гипертонические растворы — растворы, осмотическое давление которых превышает давление плазмы крови — в такой среде вода выходит через мембрану из клетки, и клетка сжимается.

Гипертонический раствор хлорида натрия применяют для снятия отека в офтальмологии, как осмотический диуретик, для коррекции состояния систем организма при операциях и в реанимационных целях.



Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в разбавленном растворе, осмотическое давление которого при температуре 37 °С составляет 6 661 кПа (плотность примитер  $\rho = 1\,050 \text{ г/л}$ ). Ответ запишите в процентах с точностью до десятых.

**Решение**

Рассчитаем концентрацию частиц в растворе исходя из величины осмотического давления:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{6\,661}{8,314 \cdot (273 + 37)} = 2,58 \text{ моль/л.}$$

Хлорид натрия — электролит, диссоциирующий в растворе на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Поскольку точная степень диссоциации в информации не указана, а раствор является разбавленным, ее можно принять равной 100%.

Тогда концентрация хлорида натрия составляет:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{C}{2} = \frac{2,58}{2} = 1,29 \text{ моль/л,}$$

а масса соли в 1 л раствора:

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M = C(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M = 1,29 \cdot 1 \cdot (23 + 35,5) = 75,47 \text{ г.}$$

Массовая доля в растворе

$$\omega = \frac{m(\text{NaCl})}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{75,47}{1 \cdot 1050} \cdot 100 = 7,2\%.$$

**Ответ:** 7,2. Диапазон 7,0–7,4.

**Задание 3.** (7 баллов) Измерение осмотического давления является одним из распространенных методов определения молекулярной массы полимера, влияющей на его свойства. Например, поливинилацетат с высокой молекулярной массой обладает более высокой твердостью и температурой стеклования, при меньшей растворимости в органических растворителях. Мембранный осмометр основан на измерении разности давлений — например, по разности высот в капиллярах раствора и растворителя, поскольку гидростатическое давление уравнивает осмотическое.

Установите молекулярную массу поливинилхлорида, если разность высот жидкости в осмометре для его раствора в ацетоне, содержащего 0,2 г в 100 мл раствора, составляет 8,1 см при 25 °С. Ответ запишите в килограммах на моль (кг/моль) с точностью до десятых. Плотность ацетона и раствора 791 кг/м<sup>3</sup>.

### **Решение**

Гидростатическое давление столба жидкости уравнивает осмотическое давление, для удобства расчета используем единицы измерения системы СИ:

$$\pi = CRT = \rho g \Delta h = 791 \cdot 9,8 \cdot (8,1 \cdot 10^{-2}) = 627,9 \text{ Па.}$$

Молярная концентрация раствора полимера составляет

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{627,9}{8,314 \cdot (273 + 25)} = 0,253 \text{ моль/м}^3,$$

то есть количество вещества полимера

$$n = CV = 0,253 \cdot \frac{0,1}{1000} = 0,025 \text{ ммоль.}$$

Тогда молекулярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0,2}{0,025} = 8 \text{ кг/моль.}$$

**Ответ:** 7,9. Диапазон 7,5–8,3.

## **Задача 2.2.6.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

Темы: количество вещества, термохимия, химическое равновесие.

### Условие

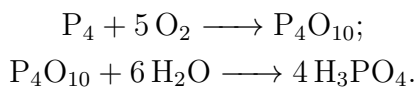
Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

**Задание 1.** (8 баллов) При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, если известно, что расход образующегося в башне 80%-го раствора фосфорной кислоты составляет 4 500 кг/ч. Ответ выразите в кубических метрах с точностью до целых. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

### Решение

Запишем уравнения происходящих реакций:



Масса фосфорной кислоты:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \omega_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 4\,500 \cdot 0,80 = 3\,600 \text{ кг/ч.}$$

Количество вещества фосфорной кислоты:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M} = \frac{3\,600}{3 + 31 + 16 \cdot 4} = 36,73 \text{ кмоль/ч,}$$

что соответствует расчетному количеству вещества кислорода

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4} n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 45,92 \text{ кмоль/ч;} \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 45,92 = 91,84 \text{ кмоль/ч.} \end{aligned}$$

Объем кислорода

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2) V_0 = 91,84 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 2\,057\,143 \text{ л,}$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{2\,057\,143}{0,21 \cdot 1\,000} = 9\,796 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 9 796. Диапазон 9 000–10 600.

**Задание 2.** (8 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. При стандартных условиях рассчитайте теплоту, которая выделяется в ходе проходящих реакций при образовании указанного в задании № 1 количества фосфорной кислоты. Используйте данные таблицы, ответ запишите в мегаджоулях (МДж).

Вещество	$P_4O_{10(тв)}$	$H_3PO_{4(ж)}$	$H_2O_{(ж)}$
Теплота образования, кДж/моль	2 984,03	1 266,90	285,83

### Решение

В соответствии со следствием из закона Г. И. Гесса, теплоту каждой протекающей реакции можно выразить как разность между суммами теплот образования продуктов и реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов:

$$\begin{aligned}\Delta_r Q &= \sum n_i Q_f(\text{прод}) - \sum n_j Q_f(\text{реаг}); \\ \Delta_{r1} Q &= Q_f(P_4 O_{10(тв)}) - Q_f(P_{4(тв)}) - 5Q_f(O_{2(г)}); \\ \Delta_{r2} Q &= 4Q_f(H_3PO_{4(ж)}) - 6Q_f(H_2 O_{(ж)}) - Q_f(P_4 O_{10(тв)}).\end{aligned}$$

С учетом того, что теплоты образования простых веществ равны нулю, получим:

$$\begin{aligned}\Delta_{r1} Q &= 2\,984,03 \text{ кДж/моль}; \\ \Delta_{r2} Q &= 4 \cdot 1\,266,90 - 6 \cdot 285,83 - 2\,984,03 = 368,59 \text{ кДж/моль}.\end{aligned}$$

В расчете на 4 моль фосфорной кислоты

$$Q_R = \Delta_{r1} Q + \Delta_{r2} Q = 3\,352,62 \text{ кДж/моль}.$$

Тогда

$$Q = Q_R \cdot \frac{n(H_3PO_4)}{4} = 3\,352,62 \cdot \frac{36,73}{4} = 30\,785 \text{ МДж}.$$

**Ответ:** 30 785. Диапазон 30 700–30 870.

**Задание 3.** (9 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта.



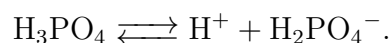
Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности,

о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.

Рассчитайте  $pH$  0,75 моль/л раствора фосфорной кислоты, если известно, что константа диссоциации кислоты по первой ступени составляет  $7,52 \cdot 10^{-3}$ , а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь. Ответ приведите в моль на литр (моль/л).

### Решение

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Выражение для константы диссоциации:

$$K_I = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]},$$

где в квадратных скобках указаны равновесные концентрации.

Тогда

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{H}^+], [\text{H}_3\text{PO}_4] = C_0 - [\text{H}^+];$$

$$K_I = \frac{[\text{H}^+]^2}{C_0 - [\text{H}^+]} = 7,52 \cdot 10^{-3}.$$

Решение уравнения при  $C_0 = 0,75$  моль/л позволяет найти

$$[\text{H}^+] = 0,071 \text{ моль/л},$$

откуда  $pH = -\lg([\text{H}^+]) \approx 1,1$ .

**Ответ:** 1,1.

### Задача 2.2.6.5. Ученый (10 баллов)

Тема: химики России.

#### Условие

В стенах Казанского университета, где начинал свой путь будущий ученый, царил атмосфера, далекая от современного представления о химической лаборатории. Два рабочих стола, калильные печи, одна большая печь и песчаная баня без тяги — вот и весь скромный арсенал для проведения экспериментов. Опыты, требующие вытяжной вентиляции, проводились прямо на улице, независимо от времени года. Холодная зима или палящее солнце — наука не знала границ. В 1853 году отец ученого, желая обеспечить сыну более стабильное будущее, уговаривал его сменить направление деятельности и отказал во всяческой материальной поддержке. Но, вопреки всем уговорам, юноша, движимый неугасимой жаждой познания, твердо решил посвятить себя науке. В 1844 году он поступил в Петербургский университет,



но уже через три года перешел в Казанский, где стал учеником знаменитого русского химика-органика Николая Николаевича Зинина. Казалось бы, естественным продолжением было бы изучение органической химии, следуя по стопам своего учителя. Однако молодой ученый, не ограничиваясь рамками одного направления, увлекся физической химией, тогда еще только формирующейся областью знания. И хотя немцы утверждают, что приоритет в развитии физической химии принадлежит Вильгельму Оствальду, наш ученый уже в 1865 году, когда Оствальд был еще ребенком, читал студентам систематический курс по этой дисциплине.

Важным фактором, способствовавшим его успехам, была не только страсть к науке, но и способность использовать подручные средства для достижения поставленных задач. Так, исследуя явление алюминотермии, он прибегнул к изогнутому ружейному стволу в качестве реакционного сосуда. Ученый также изучал восстановительные способности других металлов, что позволило ему разработать «вытеснительный ряд металлов». Этот ряд, составленный по возрастанию активности металлов, стал неотъемлемой частью химии, помогая прогнозировать и анализировать химические реакции.

По мнению И. А. Каблукова, имя этого ученого «будет стоять в истории науки рядом с именами Д. И. Менделеева и А. М. Бутлерова и будет занесено золотыми буквами в историю науки в России».

Назовите этого ученого:

- А. Федор Федорович Бейльштейн;
- В. Николай Николаевич Бекетов;
- С. Александр Порфирьевич Бородин;
- Д. Владимир Иванович Вернадский;
- Е. Александр Абрамович Воскресенский;
- Ф. Николай Дмитриевич Зелинский;
- Г. Сергей Васильевич Лебедев;
- Н. Юрий Анатольевич Овчинников;
- И. Игорь Михайлович Скурихин;
- Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

**Ответ:** В.

## 2.2.7. Четвертая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи четвертой волны предметного тура по химии за 8–9 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63470/enter/>.

### **Задача 2.2.7.1. Как выжить в космосе? (25 баллов)**

Темы: неорганическая химия, количество вещества, расчет по уравнению реакции.

### Условие

Освоение космоса имеет невероятную актуальность в наши дни, и тому есть объективные причины. Так, космонавтика позволяет развивать различные технологии, такие как системы навигации, спутниковая связь, наблюдение за погодой. В условиях изоляции и невесомости проводят биологические и медицинские исследования. Большой интерес изучение космоса вызывает у ученых как перспектива колонизация других планет или спутников в Солнечной системе, а также добыча ресурсов на астероидах.



Первостепенной задачей в обеспечении жизнедеятельности в космических аппаратах является поддержание необходимого химического состава атмосферы. В условиях замкнутого пространства уровень углекислого газа может быстро нарастать, что приводит к ухудшению самочувствия экипажа и в конечном итоге может стать причиной гибели. Поэтому регулярная очистка воздуха от углекислого газа является жизненно важной. Ранее в пилотируемых космических аппаратах для удаления углекислого газа использовались физико-химические методы — на американских космических кораблях применялись контейнеры с гидроксидом лития, а на советских — с надпероксидом калия, оба эти вещества связывают углекислый газ.

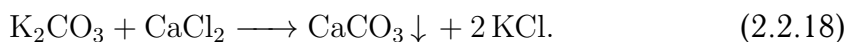
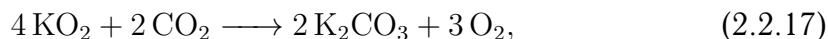
Современные технологии, используемые на борту Международной космической станции (МКС) и ранее на космической станции «Мир», используют многообразные цеолитовые поглотители углекислоты. Цеолиты представляют собой пористые минералы, которые способны эффективно поглощать молекулы углекислого газа. Регенерация цеолитов проводится в особых аппаратах, где под воздействием высоких температур они высвобождают накопленный углекислый газ в забортное пространство.

Используемый для регенерации воздуха в замкнутом пространстве надпероксид калия массой 35,5 г поместили в герметичную камеру, наполненную углекислым газом. После завершения процесса твердый остаток растворили в 100 мл воды и добавили 200 мл 15%-го раствора хлорида кальция (плотность 1,11 г/мл), в результате чего наблюдали выпадение белого осадка.

**Задание 1.** (5 баллов) При нормальных условиях определите объем поглощенного в камере углекислого газа. Ответ, выраженный в литрах, округлите до десятых.

**Решение**

Составим уравнения протекающих реакций:



Определяем количество вещества надпероксида калия:

$$n(\text{KO}_2) = \frac{35,5}{71} = 0,5 \text{ моль}.$$

По уравнению реакции 2.2.17 определяем количество вещества углекислого газа, а затем его объем:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1}{2}n(\text{K}_2\text{O}_2) = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,25 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ л}.$$

**Ответ:** 5,6. Диапазон 5,5–5,6.

**Задание 2.** (5 баллов) При нормальных условиях определите объем выделившегося кислорода. Ответ, выраженный в литрах, округлите до десятых.

**Решение**

По уравнению реакции 2.2.17 определяем количество вещества кислорода:

$$n(\text{O}_2) = \frac{3}{4}n(\text{KO}_2) = \frac{3 \cdot 0,5}{4} = 0,375 \text{ моль};$$

$$V(\text{O}_2) = n \cdot V_m = 0,375 \cdot 22,4 = 8,4 \text{ л}.$$

**Ответ:** 8,4. Диапазон 8,3–8,5.

**Задание 3.** (7 баллов) Определите в граммах массу осадка, выпавшего из раствора (ответ округлите до целых).

**Решение**

Белый осадок, выпавший из раствора, — это карбонат кальция.

Для того чтобы рассчитать его массу, предварительно нужно определить избыток/недостаток реагирующих веществ.

$$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль};$$

$$m(\text{р-ра CaCl}_2) = V \cdot \rho = 200 \cdot 1,11 = 222 \text{ г};$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 222 \cdot 0,15 = 33,3 \text{ г};$$

$$n(\text{CaCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{33,3}{111} = 0,3 \text{ моль};$$

$$\text{K}_2\text{CO}_3 - \text{в недостатке}.$$

По уравнениям реакций 2.2.17 и 2.2.18 количество вещества карбоната кальция составляет:

$$\begin{aligned}n(\text{CaCO}_3) &= n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,25 \text{ моль}; \\m(\text{CaCO}_3) &= n \cdot M = 0,25 \cdot 100 = 25 \text{ г}.\end{aligned}$$

**Ответ:** 25.

**Задание 4.** (8 баллов) Определите в процентах массовую долю хлорида калия в полученном растворе (ответ округлите до десятых).

**Решение**

$$\begin{aligned}n(\text{KCl}) &= 2 \cdot n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,25 \cdot 2 = 0,5 \text{ моль}; \\m(\text{KCl}) &= n \cdot M = 0,5 \cdot 74,5 = 37,25 \text{ г}; \\m(\text{р-ра}) &= m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{K}_2\text{CO}_3) + m(\text{р-раCaCl}_2) - m(\text{CaCO}_3) = \\&= 100 + 0,25 \cdot 138 + 222 - 25 = 331,5 \text{ г}; \\\omega(\text{KCl}) &= \frac{37,25 \cdot 100}{331,5} = 11,2368 \approx 11,2\%.\end{aligned}$$

**Ответ:** 11,2. Диапазон 11–11,3.

### **Задача 2.2.7.2. Питательный раствор для растений (20 баллов)**

*Темы: смеси веществ, массовая доля, количество вещества.*

**Условие**

Раствор для гидропоники представляет собой специальную жидкость, предназначенную для полноценного питания растений, в которую входят минеральные соли и другие необходимые компоненты. В традиционном земледелии растения получают все необходимые для роста вещества из почвы, но гидропоника позволяет обходиться без нее, обеспечивая растения питательными веществами непосредственно через корневую систему в водной среде. Это особенно полезно в условиях ограниченного пространства или неблагоприятных почвенных условий. При создании питательного раствора для гидропоники важно учитывать специфику каждой культуры, так как разные растения требуют различных соотношений макро- и микроэлементов. Для достижения оптимального результата в гидропонике необходимо не только правильно подбирать компоненты, но и следить за их концентрацией. Неправильные пропорции могут привести к дефициту или избытку полезных веществ, что негативно скажется на здоровье растений. На протяжении многих лет различные ученые и агрономы разработали множество формул для питательных растворов, адаптированных для разных систем гидропоники. Например, известны формулы, такие как формула Туманова, Кнопа, Кидсона, Пюрдье, Шварца, Пильгрима и другие, каждая из которых имеет свои особенности и преимущества. Эти формулы учитывают не только потребности конкретных культур, но и условия их выращивания: температура, влажность и освещение

Таким образом, раствор для гидропоники — это не просто смесь, а целая наука, требующая глубоких знаний о потребностях растений и условиях их роста.



Один из растворов для гидропоники — раствор Шварца — предполагает следующее содержание катионов в 1 л раствора, см. таблицу ниже.

Катион	$K^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$NH_4^+$
мг/л	200	160	48	15

Рассчитайте массы солей калиевой селитры, двойного суперфосфата, кристаллического сернокислого магния, аммиачной селитры, необходимых для приготовления 1 л раствора с данным содержанием катионов.

**Задание 1.** (5 баллов) Вычислите в миллиграммах массу калийной селитры, необходимую для приготовления 1 л раствора Шварца. Ответ округлите до целых.

### Решение

Для определения массы  $KNO_3$  определим количество калия:

$$n(K^+) = \frac{200}{39} = 5,1282 \text{ ммоль} \approx 5,13 \text{ ммоль};$$

$$n(KNO_3) = n(K^+) = m(KNO_3) = n \cdot M = 5,13 \cdot 101 = 518 \text{ мг.}$$

**Ответ:** 518. Диапазон 505–518.

**Задание 2.** (5 баллов) Вычислите в миллиграммах массу двойного суперфосфата  $Ca(H_2PO_4)_2 \times H_2O$ , необходимую для приготовления 1 л раствора Шварца. Ответ округлите до целых.

### Решение

Для определения массы двойного суперфосфата  $Ca(H_2PO_4)_2 \times H_2O$  определим количество кальция:

$$n(Ca^{2+}) = \frac{160}{40} = 4 \text{ ммоль};$$

$$n(Ca(H_2PO_4)_2 \times H_2O) = n(Ca^{2+}) = 4 \text{ ммоль};$$

$$m(Ca(H_2PO_4)_2 \times H_2O) = n \cdot M = 4 \cdot 234 = 936 \text{ мг.}$$

**Ответ:** 936.

**Задание 3.** (5 баллов) Вычислите в миллиграммах массу кристаллического сернокислого магния  $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 1 л раствора Шварца. Ответ округлите до целых.

**Решение**

Для определения массы сернокислого магния  $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$  определим количество магния:

$$\begin{aligned} n(\text{Mg}^{2+}) &= \frac{48}{24} = 2 \text{ ммоль}; \\ n(\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}) &= n(\text{Mg}^{2+}) = 2 \text{ ммоль}; \\ m(\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}) &= n \cdot M = 2 \cdot 246 = 492 \text{ мг}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 492.

**Задание 4.** (5 баллов) Вычислите массу аммиачной селитры, необходимую для приготовления 1 л раствора Шварца. Ответ выразите в миллиграммах (мг) и округлите до целых.

**Решение**

Для определения массы  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  определим количество ионов аммония  $\text{NH}_4^+$ :

$$\begin{aligned} n(\text{NH}_4^+) &= \frac{15}{18} = 0,8333 \text{ ммоль} \approx 0,83 \text{ ммоль}; \\ n(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= n(\text{NH}_4^+) = 0,83 \text{ ммоль}; \\ m(\text{KNO}_3) &= n \cdot M = 0,83333 \cdot 80 = 67 \text{ мг (без округления)}; \\ m(\text{KNO}_3) &= n \cdot M = 0,83333 \cdot 80 = 66 \text{ мг (с округлением)}. \end{aligned}$$

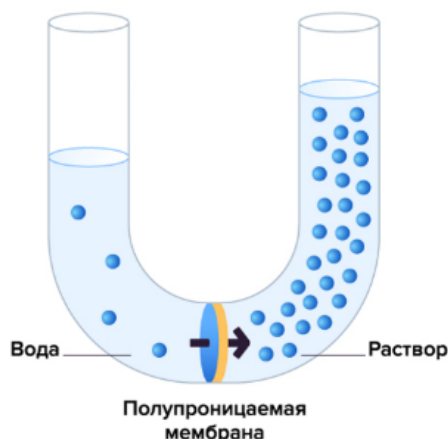
**Ответ:**  $66,5 \pm 0,5$ .

### **Задача 2.2.7.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

**Условие**

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Поры полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.



Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Но осмос значим и в быту: с древности с его помощью консервировали пищу — в соленой среде вода вытекает из клеток, что приводит к сморщиванию (весь материал внутри клетки отслаивается от клеточной стенки) и потере жизнедеятельности микроорганизмов (этот процесс называют плазмолизом).

**Задание 1.** (6 баллов) Рассчитайте массу поваренной соли, необходимую для приготовления 1,25 л рассола для засаливания огурцов (плотность  $\rho = 1\,061$  г/л), массовая доля соли в котором составляет 8,5%. Ответ приведите в граммах с точностью до десятых.

### Решение

Рассчитаем массу раствора  $m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,061 \cdot 1,25 = 1\,326$  г.

Масса соли составляет:

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \omega(\text{NaCl}) = 1\,326 \cdot 0,085 = 112,7 \text{ г.}$$

**Ответ:** 112,7. Диапазон 112–113.

**Задание 2.** (7 баллов) Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К.

Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

В терапевтических целях иногда используют гипертонические растворы — растворы, осмотическое давление которых превышает давление плазмы крови —



в такой среде вода выходит через мембрану из клетки, и клетка сжимается. Гипертонический 40%-й раствор глюкозы вводят при гипогликемии в качестве источника углеводов.



Рассчитайте величину осмотического давления 40%-го водного раствора глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) при температуре 20 °С (плотность  $\rho = 1\,172$  г/л). Ответ выразите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

### Решение

Рассчитаем массу 1 л раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \rho V = 1\,172 \cdot 1,0 = 1\,172 \text{ г.}$$

Масса глюкозы составляет:

$$m(C_6H_{12}O_6) = m_{\text{р-ра}} \omega(C_6H_{12}O_6) = 1\,172 \cdot 0,40 = 468,8 \text{ г.}$$

Количество вещества глюкозы:

$$n(C_6H_{12}O_6) = \frac{m(C_6H_{12}O_6)}{M(C_6H_{12}O_6)} = \frac{468,8}{6 \cdot 12 + 12 + 6 \cdot 16} = 2,6 \text{ моль,}$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(C_6H_{12}O_6) = \frac{n(C_6H_{12}O_6)}{V} = \frac{2,6}{1} = 2,6 \text{ моль/л.}$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 2,6 \cdot 8,314 \cdot (273 + 20) = 6\,333,6$  кПа.

**Ответ:** 6 334. Диапазон 6 314–6 354.

**Задание 3.** (7 баллов) Водные растворы полимера полиэтиленгликоля (препарат «Полиоксидин») оказывают плазмозамещающее, антиагрегантное, противошоковое действие, их вводят внутривенно при острой кровопотере, посттравматическом и послеоперационном шоке. Препарат уменьшает вязкость крови за счет уменьшения вязкости плазмы и оказывает дезагрегирующее действие на форменные элементы крови, восстанавливает периферическое кровообращение, улучшает транспорт кислорода к тканям. Осмотическое давление раствора полимера мало, поэтому в состав также включают неорганические соли, чтобы сделать раствор препарата изотоничным крови.



Установите молярную массу полиэтиленгликоля, если осмотическое давление раствора, содержащего 7,5 г полимера в 0,5 л раствора, составляет 1,813 кПа при 25 °С. Ответ запишите в граммах на моль (г/моль) с точностью до целых.

### **Решение**

Молярная концентрация раствора полимера:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{1,813}{8,314 \cdot (273 + 25)} = 0,73 \text{ ммоль/л},$$

то есть количество вещества полимера  $n = CV = 0,73 \cdot 0,5 = 0,365$  ммоль.

Тогда молярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{7,5}{0,365} \cdot 1\,000 = 20\,548 \text{ г/моль}.$$

**Ответ:** 20 548. Диапазон 20 348–20 748.

### **Задача 2.2.7.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

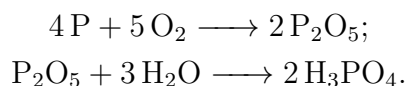
Темы: количество вещества, термохимия, электролитическая диссоциация.

#### **Условие**

Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого расплавленный белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

Этот процесс упрощенно можно описать следующими реакциями:



**Задание 1.** (7 баллов) При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, содержащего 0,7% негорючих примесей (расход фосфора 2 800 кг/ч). Ответ выразите в кубических метрах. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

**Решение**

В расчете на один час количество вещества фосфора составляет

$$n(P) = \frac{m}{M} = \frac{2800 \cdot 0,993}{31} = 89,69 \text{ кмоль},$$

тогда

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4}n(P) = 112,11 \text{ кмоль}; \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 112,11 = 224,22 \text{ кмоль}. \end{aligned}$$

Объем кислорода:

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2)V_0 = 224,22 \cdot 1000 \cdot 22,4 = 5\,022\,658 \text{ л},$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{5\,022\,658}{0,21 \cdot 1000} = 23\,917 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 23 917. Диапазон 22 240–25 590.

**Задание 2.** (6 баллов) Рассчитайте массу 70%-го раствора фосфорной кислоты, образующегося в башне. Ответ выразите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых.

**Решение**

Количество вещества фосфорной кислоты соответствует количеству фосфора  $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(P) = 89,69 \text{ кмоль/ч}$ , тогда:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_3\text{PO}_4) &= n(\text{H}_3\text{PO}_4)M = 89,69 \cdot (3 + 31 + 16 \cdot 4) = 8\,789,62 \text{ кг/ч}; \\ m_{\text{р-ра}}(\text{H}_3\text{PO}_4) &= \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{\omega(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{8\,789,62}{0,70} = 12\,557 \text{ кг/ч}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 12 557. Диапазон 12 553–12 561.

**Задание 3.** (6 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. Рассчитайте массу угля, содержащего 10% негорючих примесей, которую удастся сэкономить при полном использовании тепла сгорания фосфора. Теплота сгорания белого фосфора в указанных условиях составляет 1 764 кДж/моль, углерода — 394 кДж/моль. Ответ запишите в килограммах в час (кг/ч) с точностью до целых.

**Решение**

Количество теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, составляет

$$Q = Q_P n(P) = 89,69 \cdot 1\,764 = 158\,213 \text{ МДж/ч},$$

тогда

$$n(C) = \frac{Q}{Q_C} = \frac{158\,213 \cdot 1\,000}{394} = 401\,556 \text{ моль/ч};$$

$$m(C) = n(C)M = 401\,556 \cdot 12 = 4\,819 \text{ кг/ч};$$

$$m_{\text{уголь}} = \frac{m(C)}{\omega(C)} = \frac{4\,819}{0,90} = 5\,354 \text{ кг/ч}.$$

**Ответ:** 5 354. Диапазон 5 350–5 358.

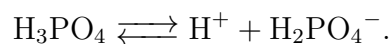
**Задание 4.** (6 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.



Рассчитайте концентрацию ионов водорода в 0,02 моль/л растворе фосфорной кислоты, если известно, что степень диссоциации кислоты по первой ступени составляет 46%, а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь. Ответ приведите в миллимоль на литр (ммоль/л) с точностью до десятых.

### Решение

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Степень диссоциации представляет собой отношение количества вещества, распавшегося на ионы, к общему количеству растворенного вещества:

$$\alpha_I = \frac{n(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{n_0(\text{H}_3\text{PO}_4)}.$$

В расчете на 1 л раствора  $n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = CV = 0,02 \cdot 1 = 0,02$  моль,

$$\begin{aligned} n(\text{H}^+) &= n(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = \alpha_I n_0(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,46 \cdot 0,02 = \\ &= 0,0092 \text{ моль} = 9,2 \text{ ммоль}. \end{aligned}$$

**Ответ:** 9,2.

### **Задача 2.2.7.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)**

Тема: химики России.

#### **Условие**

Этого выдающегося ученого однажды спросили, кто такой исследователь. «В Солнечной системе, затерянной в спиральных рукавах одной из миллионов галактик, на одной из десятков миллионов планет стоит существо и пытается слабым взором охватить Вселенную. Почему ему это удастся? В чем сила этого слабого обитателя затерянной в мироздании планеты? Я думаю, в вечном беспокойстве», — ответил академик. Пожалуй, только такой «беспокойный» человек мог охватить так много — от био- и геохимии до химии космоса. В начале карьеры этот ученый работал военным врачом и даже учился в двух университетах одновременно: в Военно-медицинской академии и на химфаке Ленинградского университета. Позднее он станет химиком, ядерщиком и даже планетологом.

Под руководством своего наставника В. Вернадского ученый начнет первое в мире исследование химического состава морских организмов. Он заложит биостанцию в Мурманске и проведет экспедицию по Баренцеву и Белому морям — в результате чего покажет, что живые организмы являются необходимым этапом круговорота элементов. Позднее он изучит влияние эволюции на изменение состава организмов и обоснует биогеохимический метод поиска полезных ископаемых.

Впоследствии он займется разработкой аналитических методов определения следов химических элементов в миллионных долях процента и меньше. Исследователь станет участником атомного проекта под руководством И. Курчатова, анализируя уран, тяжелую воду и другие материалы. Этот ученый станет основателем первой в России кафедры геохимии, организатором и первым директором Института геохимии и аналитической химии. Здесь он будет заниматься геохимией редких элементов, определит средние составы главных пород Земли, а после станет основоположником космохимии. Под его руководством определят состав лунного грунта, доставленного автоматическими станциями «Луна-16» и «Луна-20», а также состав атмосферы Венеры.

Имя этого ученого присвоено Институту геохимии, горному массиву на Луне и кратеру на Марсе, а также в его честь назван минерал, найденный на Кольском полуострове.

Назовите этого ученого:

- А. Сергей Васильевич Лебедев;
- В. Владимир Васильевич Марковников;
- С. Александр Павлович Виноградов;
- Д. Александр Михайлович Зайцев;
- Е. Николай Дмитриевич Зелинский;
- Ф. Карл Карлович Клаус;
- Г. Николай Александрович Меншуткин;
- Н. Николай Николаевич Зинин;
- И. Дмитрий Иванович Менделеев;

Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

Ответ: С.

## 2.2.8. Четвертая волна. Задачи 10–11 класса

Задачи четвертой волны предметного тура по химии за 10–11 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63487/enter/>.

### ***Задача 2.2.8.1. Как выжить в космосе? (30 баллов)***

Темы: неорганическая химия, количество вещества, расчет по уравнению реакции.

#### ***Условие***

Освоение космоса имеет невероятную актуальность в наши дни, и тому есть объективные причины. Так, космонавтика позволяет развивать различные технологии, такие как системы навигации, спутниковая связь, наблюдение за погодой. В условиях изоляции и невесомости проводят биологические и медицинские исследования. Большой интерес изучение космоса вызывает у ученых как перспектива колонизация других планет или спутников в Солнечной системе, а также добыча ресурсов на астероидах.

Первостепенной задачей в обеспечении жизнедеятельности в космических аппаратах является поддержание необходимого химического состава атмосферы. В условиях замкнутого пространства уровень углекислого газа может быстро нарастать, что приводит к ухудшению самочувствия экипажа и в конечном итоге может стать причиной гибели. Поэтому регулярная очистка воздуха от углекислого газа является жизненно важной. Ранее в пилотируемых космических аппаратах для удаления углекислого газа использовались физико-химические методы — на американских космических кораблях применялись контейнеры с гидроксидом лития, а на советских — с надпероксидом калия, оба эти вещества связывают углекислый газ.



Современные технологии, используемые на борту Международной космической станции (МКС) и ранее на космической станции «Мир», используют многообразные цеолитовые поглотители углекислоты. Цеолиты представляют собой пористые минералы, которые способны эффективно поглощать молекулы углекислого газа. Регенерация цеолитов проводится в особых аппаратах, где под воздействием высоких температур они высвобождают накопленный углекислый газ в забортное пространство.

**Задание 1.** (7 баллов) Для получения надпероксида калия, используемого для регенерации воздуха в замкнутом пространстве, расплавленный калий сожгли в атмосфере с избытком кислорода. Оказалось, что в результате реакции кроме надпероксида калия образовался и пероксид калия. В образце смеси пероксида и надпероксида калия число атомов калия составило  $7,224 \cdot 10^{23}$ , а атомов кислорода —  $1,204 \cdot 10^{24}$ .

Определите массовую долю (в процентах) надпероксида калия в смеси с пероксидом (ответ округлите до целых).

### Решение

Определим количество вещества атомов калия и кислорода:

$$n(K) = \frac{7,224 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,2 \text{ моль};$$

$$n(O) = \frac{1,204 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2 \text{ моль}.$$

Пусть  $n(KO_2) = x$  моль, а  $n(K_2O_2) = y$  моль, тогда:

$$\begin{cases} x + 2y = 1,2, \\ 2x + 2y = 2, \end{cases} \quad (2.2.19)$$

$x = 0,8$  моль,  $y = 0,2$  моль.

$$m_{KO_2} = n \cdot M = 0,8 \cdot 71 = 56,8 \text{ г};$$

$$m_{K_2O_2} = n \cdot M = 0,2 \cdot 110 = 22 \text{ г};$$

$$m_{\text{смеси}} = 56,8 + 22 = 78,8 \text{ г};$$

$$\omega_{KO_2} = \frac{56,8}{78,8} = 0,7208 \text{ или } 72\%.$$

**Ответ:** 72. Диапазон 71–73.

**Задание 2.** (7 баллов) Определите, какой объем углекислого газа (в литрах) может поглотиться смесью надпероксида калия и пероксида калия массой 62,3 г при стандартных условиях. Массовая доля надпероксида калия в смеси с пероксидом составляет 91,2% (ответ округлите до целого числа).

**Решение**

Определяем массы и количества надпероксида калия и пероксида калия в смеси:

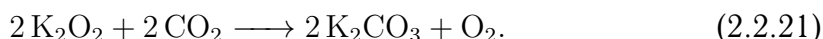
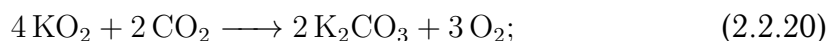
$$m(\text{KO}_2) = 62,3 \cdot 0,912 = 56,8176 \approx 56,8 \text{ г};$$

$$m(\text{K}_2\text{O}_2) = 62,3 - 56,8176 = 5,4824 \approx 5,5 \text{ г};$$

$$n(\text{KO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{56,8}{71} = 0,8 \text{ моль};$$

$$n(\text{K}_2\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{5,5}{110} = 0,05 \text{ моль}.$$

Составим уравнения протекающих реакций:



По уравнениям реакций 2.2.20, 2.2.21 определяем количество вещества углекислого газа, а затем его объем при нормальных условиях.

По уравнению 2.2.20:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{1}{2}n(\text{KO}_2) = \frac{0,8}{2} = 0,4 \text{ моль}.$$

По уравнению 2.2.21:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{K}_2\text{O}_2) = 0,05 \text{ моль};$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = (0,4 + 0,05) \cdot 22,4 = 10,08 \text{ л}.$$

В пересчете на стандартные условия (298 К) это составит:

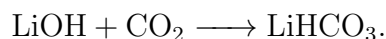
$$V(\text{CO}_2) = \frac{V_0 \cdot T_1}{T_0} = \frac{10,08 \cdot 298}{273} = 11 \text{ л}.$$

**Ответ:** 11.

**Задание 3.** (6 баллов) Какая минимальная масса гидроксида лития может поглотить 11,2 л углекислого газа (н. у.) (ответ округлите до целых).

**Решение**

Взаимодействие гидроксида лития с углекислым газом при недостатке гидроксида лития описывается уравнением:



Определяем количества углекислого газа:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}.$$

При соотношении веществ 1 : 1 имеем:

$$n(\text{LiOH}) = n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ моль};$$

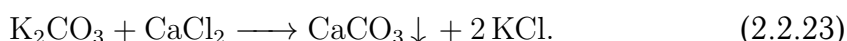
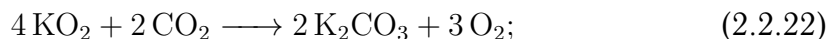
$$m(\text{LiOH}) = n \cdot M = 0,5 \cdot 24 = 12 \text{ г}.$$

**Ответ:** 12. Диапазон 11–13.

**Задание 4.** (10 баллов) Супероксид калия массой 85,2 г прореагировал с избытком углекислого газа. После завершения процесса образовавшееся твердое вещество растворили в 200 мл воды и добавили 300 мл 20%-го раствора хлорида кальция плотностью 1,181 г/мл. Определите массовую долю хлорида калия (в процентах) в полученном растворе (ответ округлите до десятых).

### Решение

Составим уравнения протекающих реакций:



$$n(\text{KO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{85,2}{71} = 1,2 \text{ моль.}$$

Для того чтобы рассчитать массы хлорида калия и карбоната кальция, выпадающего в виде белого осадка, предварительно нужно определить избыток/недостаток реагирующих веществ.

$$\begin{aligned} n(\text{K}_2\text{CO}_3) &= \frac{1}{2}n(\text{KO}_2) = \frac{1,2}{2} = 0,6 \text{ моль;} \\ m(\text{р-ра CaCl}_2) &= V \cdot \rho = 300 \cdot 1,181 = 354,3 \text{ г;} \\ m(\text{CaCl}_2) &= 354,3 \cdot 0,2 = 70,86 \text{ г;} \\ n(\text{CaCl}_2) &= \frac{m}{M} = \frac{70,86}{111} = 0,638 \text{ моль — избыток;} \\ \text{AK}_2\text{CO}_3 &\text{ — в недостатке.} \end{aligned}$$

Количество вещества карбоната кальция, выпавшего в осадок, по уравнению реакции составляет:

$$\begin{aligned} n(\text{CaCO}_3) &= n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,6 \text{ моль;} \\ m(\text{CaCO}_3) &= n \cdot M = 0,6 \cdot 100 = 60 \text{ г;} \\ n(\text{KCl}) &= 2 \cdot n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,6 \cdot 2 = 1,2 \text{ моль;} \\ m(\text{KCl}) &= n \cdot M = 1,2 \cdot 74,5 = 89,4 \text{ г.} \end{aligned}$$

Определяем массу и массовую долю раствора:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{K}_2\text{CO}_3) + m(\text{р-ра CaCl}_2) - m(\text{CaCO}_3) = \\ &= 200 + 0,6 \cdot 138 + 354,3 \text{ г} - 60 = 577,1 \text{ г;} \\ \omega(\text{KCl}) &= 15,49 \approx 15,5\%. \end{aligned}$$

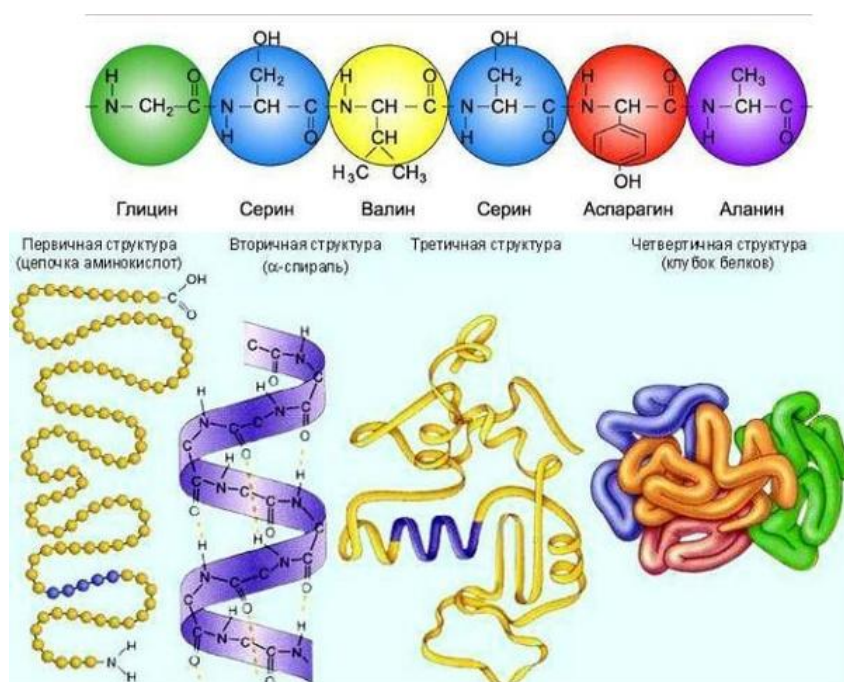
**Ответ:** 15,5. Диапазон 15,2–15,8.

### Задача 2.2.8.2. Аминокислоты — «кирпичики» белковых молекул (20 баллов)

Темы: органическая химия, массовая доля элемента, биохимия.



## Условие



Аминокислоты играют ключевую роль в различных биотехнологических приложениях, и их использование в фармацевтической промышленности становится все более актуальным. Эти природные соединения обладают множеством полезных свойств, например, аминокислоты могут использоваться в качестве добавок к растворителям для улучшения процессов очистки белков, что является важным этапом в производстве биофармацевтических препаратов.

Одним из интересных аспектов аминокислот является их способность повышать внутриклеточное осмотическое давление, что позволяет клеткам адаптироваться к высоким концентрациям солей в окружающей среде. Эти свойства делают аминокислоты незаменимыми в биотехнологии, особенно когда речь идет о стабилизации белков.

Стабилизация белков — это важная задача, поскольку многие белки теряют свою активность при изменении условий окружающей среды, а добавление аминокислот помогает сохранить активную форму белков, предотвращая их денатурацию.

Таким образом, аминокислоты становятся неотъемлемой частью современных биотехнологий. Их применение охватывает широкий спектр областей, включая производство вакцин, терапевтических белков и других биофармацевтических препаратов. Исследования в этой области продолжаются, и, вероятно, в будущем мы увидим новые применения аминокислот, которые откроют дополнительные горизонты в биотехнологии и фармацевтике.

В процессе исследования некоторая аминокислота массой 17,4 г была подвергнута термическому разложению. Продукты сгорания были направлены последовательно через слой пентаоксида фосфора, в результате масса твердого вещества увеличилась на 12,6 г. Оставшиеся газообразные продукты были пропущены через избыток известковой воды. В результате образовался осадок, масса которого составила 60 г и 4,48 л газа (н.у.), образовавшегося в процессе горения, не поглотилась. Определите аминокислоту.

**Задание 1.** (8 баллов) Определите молекулярную формулу аминокислоты. Запишите ее в формате  $C_1H_2O_3N_4$ .

**Решение**

Определим количества веществ, образующихся в результате термического разложения аминокислоты и количества элементов, входящих в ее состав.

В процессе термического разложения аминокислот образуется углекислый газ, вода, а для серосодержащих аминокислот еще и сероводород. При пропускании газообразной смеси над пентаоксидом фосфора с ним реагирует вода с образованием фосфорной кислоты, следовательно, увеличение массы твердого вещества обусловлено водой:

$$\begin{aligned} P_2O_5 + 3 H_2O &\longrightarrow 2 H_3PO_4; \\ n(H_2O) &= \frac{12,6}{18} = 0,7 \text{ моль}; \\ n(H) &= 2 \cdot n(H_2O) = 2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ моль}; \\ m(H) &= n \cdot M = 1 \cdot 1 = 1,4 \text{ г}. \end{aligned}$$

Известковая вода, представляющая собой раствор гидроксида кальция, связывает углекислый газ в нерастворимый карбонат кальция:

$$\begin{aligned} Ca(OH)_2 + CO_2 &\longrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O; \\ n(CaCO_3) &= \frac{60}{100} = 0,6 \text{ моль}; \\ n(CO_2) &= n(CaCO_3) = 0,6 \text{ моль}; \\ m(C) &= n \cdot M = 0,6 \cdot 12 = 7,2 \text{ г}. \end{aligned}$$

Непоглотившийся известковой водой газ — это инертный азот, его количество составляет:

$$\begin{aligned} n(N_2) &= \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}; \\ n(N) &= 2 \cdot n(N_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}; \\ m(N) &= n \cdot M = 0,4 \cdot 14 = 5,6 \text{ г}. \end{aligned}$$

В аминокислотах содержится кислород, определяем его массу:

$$\begin{aligned} m(O) &= 17,4 - 7,2 - 1,4 - 5,6 = 3,2 \text{ г}; \\ n(O) &= \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль}; \\ n(C) : n(H) : n(O) : n(N) &= 0,6 : 1,4 : 0,2 : 0,4 = 3 : 7 : 1 : 2 (\times 2). \end{aligned}$$

Элементарная формула —  $C_3H_7ON_2$  — такой аминокислоты не существует,

$$\begin{aligned} n(C) : n(H) : n(O) : n(N) &= 3 : 7 : 1 : 2 (\times 2); \\ n(C) : n(H) : n(O) : n(N) &= 6 : 14 : 2 : 4. \end{aligned}$$

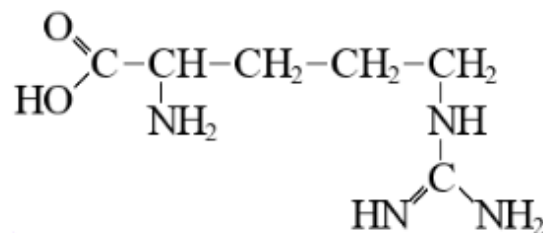
Молекулярная формула аминокислоты —  $C_6H_{14}O_2N_4$ .

**Ответ:**  $C_6H_{14}O_2N_4$ .

**Задание 2.** (5 баллов) Запишите тривиальное название данной аминокислоты.

**Решение**

Аминокислота, имеющая брутто-формулу  $C_6H_{14}O_2N_4$  — аргинин.



Аргинин интересен тем, что это аминокислота, которая является эффективным реагентом для рефолдинга рекомбинантных белков. Этот процесс, в котором белки возвращаются к своей вторичной и третичной структуре после денатурации. Аргинин способствует этому процессу, подавляя агрегацию белков и тем самым повышая эффективность рефолдинга. Уникальные свойства делают его ценным инструментом в исследованиях и разработке новых белков, особенно в фармацевтическом контексте. Кроме того, аргинин способствует сольюбилизации белков, которые находятся в рыхлых телах включения, что значительно упрощает процесс получения активных белков. Это особенно важно для разработки терапевтических белков.

**Ответ:** аргинин.

**Задание 3.** (2 балла) Какой является данная аминокислота с точки зрения синтеза в организме человека:

- 0.1. заменимой,
- 0.2. незаменимой.

В ответе укажите только цифру.

**Решение**

По значению для организма человека аминокислоты разделяют на заменимые и незаменимые. Заменимые аминокислоты — это те, которые организм может производить самостоятельно из других аминокислот и веществ, поступающих в организм. Незаменимые аминокислоты — необходимые аминокислоты, которые не могут быть синтезированы в организме. Для человека незаменимыми являются: валин, лейцин, изолейцин, метионин, триптофан, фенилаланин, треонин, лизин и гистидин.

Аргинин — **заменимая** аминокислота для организма человека.

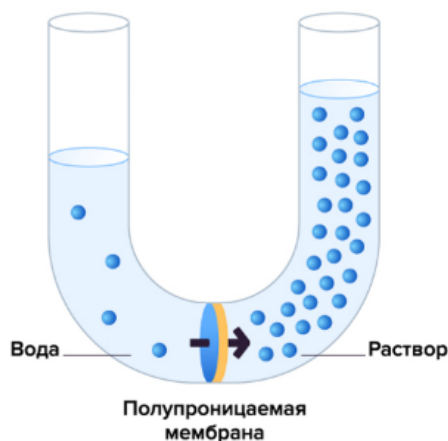
**Ответ:** 1.

### **Задача 2.2.8.3. Осмос в биологических системах (20 баллов)**

Темы: концентрации, растворы, осмос.

### Условие

Рассмотрим такую систему: мембрана, по разные стороны от которой расположены растворы с разным содержанием растворенного вещества. Поры полупроницаемой мембраны пропускают молекулы растворителя, но не молекулы растворенного вещества. Из-за того, что концентрации растворов различны, растворитель (например, вода) начнет диффундировать (перетекать) из более разбавленного раствора в более концентрированный и разбавлять его до тех пор, пока концентрация не станет равной по обе стороны мембраны. Это явление называют осмосом.



Осмотическим давлением называют величину избыточного давления на раствор, отделенный от чистого растворителя полупроницаемой мембраной, при котором прекращается осмос, то есть диффузия растворителя через мембрану. Голландский химик Якоб Хендрик Вант-Гофф установил, что для разбавленных растворов осмотическое давление прямо пропорционально молярной концентрации частиц (молекул, ионов) растворенного вещества:

$$\pi = CRT,$$

где  $\pi$  — осмотическое давление, кПа;  $C$  — молярная концентрация частиц (молекул, ионов) растворенного вещества, моль/л;  $R$  — универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К);  $T$  — температура, К. Это открытие было отмечено первой Нобелевской премией по химии.

Мембраны всех живых клеток используют осмос для контроля поглощения необходимых веществ, поэтому он играет очень важную роль в медицине, биотехнологии и агротехнологии, особенно в гидропонике. Осмос помогает растениям расти и всасывать воду корневой системой — поскольку в клеточном соке концентрация солей и сахаров выше, чем в почвенном растворе. Это важно учитывать при внесении удобрений — если осмотическое давление почвенного раствора станет слишком большим, поступление воды в растение прекратится, и оно погибнет (например, как в засоленных почвах).

**Задание 1.** (6 баллов) При температуре 25 °С рассчитайте осмотическое давление раствора удобрения (250 г мочевины в 7,5 л воды). Ответ запишите в килопаскалях (кПа) с точностью до целых.

**Решение**

Количество вещества мочевины:

$$n(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{m(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{M} = \frac{250}{16 \cdot 2 + 28} = 4,17 \text{ моль},$$

соответственно молярная концентрация раствора

$$C(\text{NH}_2\text{CONH}_2) = \frac{n(\text{NH}_2\text{CONH}_2)}{V} = \frac{4,17}{7,5} = 0,56 \text{ моль/л}.$$

Осмотическое давление  $\pi = CRT = 0,56 \cdot 8,314 \cdot (273 + 25) = 1\,387 \text{ кПа}$ .

**Ответ:** 1 387. Диапазон 1 350–1 400.

**Задание 2.** (7 баллов) В медицине при внутривенном введении используют изотонические растворы — растворы, осмотическое давление которых соответствует давлению плазмы крови — в такой среде вода не поступает в клетку и не выводится из клетки, что предотвращает от повреждения эритроциты. Изотонический раствор хлорида натрия применяют как дезинтоксикационное средство, для коррекции состояния систем организма в случае обезвоживания и как растворитель других лекарственных препаратов.



Рассчитайте массовую долю хлорида натрия в разбавленном растворе, осмотическое давление которого при температуре 37 °С составляет 5 199 кПа (плотность примите  $\rho = 1\,035 \text{ г/л}$ ). Ответ запишите в процентах с точностью до сотых.

**Решение**

Рассчитаем концентрацию частиц в растворе, исходя из величины осмотического давления:

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{5\,199}{8,314 \cdot (273 + 37)} = 2,02 \text{ моль/л}.$$

Хлорид натрия — электролит, диссоциирующий в растворе на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ . Поскольку точная степень диссоциации в информации не указана, а раствор является разбавленным, ее можно принять равной 100%.

Тогда концентрация хлорида натрия составляет:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{C}{2} = \frac{2,02}{2} = 1,01 \text{ моль/л},$$

а масса соли в 1 л раствора:

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M = C(\text{NaCl}) \cdot V \cdot M = 1,01 \cdot 1 \cdot (23 + 35,5) = 59,09 \text{ г.}$$

Массовая доля в растворе

$$\omega = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{59,09}{1 \cdot 1035} \cdot 100 = 5,7\%.$$

**Ответ:** 5,7. Диапазон 5,5–5,9.

**Задание 3.** (7 баллов) Измерение осмотического давления является одним из распространенных методов определения молекулярной массы полимера, влияющей на его свойства. Например, полипропилен с высокой молекулярной массой обладает более высокими показателями предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве, ударной вязкости при изгибе и растяжении. Мембранный осмометр основан на измерении разности давлений — например, по разности высот в капиллярах раствора и растворителя, поскольку гидростатическое давление уравнивает осмотическое.

Установите молекулярную массу полипропилена, если разность высот жидкости в осмометре для его раствора в тетралине, содержащего 2,5 г в 250 мл раствора, составляет 2,1 см при 20 °С. Ответ выразите в килограммах на моль (кг/моль) с точностью до целых. Плотность тетралина и раствора 973 кг/м<sup>3</sup>.

### **Решение**

Гидростатическое давление столба жидкости уравнивает осмотическое давление, для удобства расчета используем единицы измерения системы СИ:

$$\pi = CRT = \rho g \Delta h = 973 \cdot 9,8 \cdot (2,1 \cdot 10^{-2}) = 200 \text{ Па.}$$

Молярная концентрация раствора полимера составляет

$$C = \frac{\pi}{RT} = \frac{200}{8,314 \cdot (273 + 20)} = 0,082 \text{ моль/м}^3,$$

то есть количество вещества полимера

$$n = CV = 0,082 \cdot \frac{0,1}{1000} = 0,008 \text{ ммоль.}$$

Тогда молекулярная масса

$$M = \frac{m}{n} = \frac{2,5}{0,008} = 312,5 \text{ кг/моль.}$$

**Ответ:** 312,5. Диапазон 290–320.

### **Задача 2.2.8.4. Е338: производство и применение (25 баллов)**

Темы: количество вещества, термохимия, химическое равновесие.

### Условие

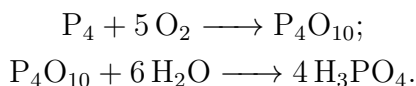
Ортофосфорная кислота используется в самых разных областях — в производстве удобрений и чистящих средств, для деревообработки и очистки металла от ржавчины, в стоматологии для реставрации зубов и в ювелирном деле при пайке. Также она зарегистрирована в качестве пищевой добавки Е338, которую можно встретить в составе мармеладов, сиропов и напитков, хлебобулочных изделий, сыров и плавленых сырков.

Пищевую фосфорную кислоту производят термическим способом, позволяющим получить концентрированный продукт с меньшим содержанием примесей — для этого белый фосфор сжигают в воздухе и подвергают образующийся оксид фосфора (V) гидратации.

**Задание 1.** (8 баллов) При нормальных условиях рассчитайте объем воздуха, который необходимо подавать в башню (камеру сжигания) в 1 ч для сжигания фосфора, если известно, что расход образующегося в башне 70%-го раствора фосфорной кислоты составляет 2 200 кг/ч. Ответ приведите в кубических метрах с точностью до целых. Учтите, что для предотвращения образования оксида фосфора (III) в башню подают двукратный избыток воздуха по сравнению с расчетным количеством.

### Решение

Запишем уравнения происходящих реакций:



Масса фосфорной кислоты:

$$m(\text{H}_3\text{PO}_4) = m_{\text{р-ра}} \omega_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 2\,200 \cdot 0,70 = 1\,540 \text{ кг/ч.}$$

Количество вещества фосфорной кислоты:

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m(\text{H}_3\text{PO}_4)}{M} = \frac{1\,540}{3 + 31 + 16 \cdot 4} = 15,71 \text{ кмоль/ч,}$$

что соответствует расчетному количеству вещества кислорода

$$\begin{aligned} n_{\text{теор}}(\text{O}_2) &= \frac{5}{4} n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 19,64 \text{ кмоль/ч;} \\ n_{\text{практ}}(\text{O}_2) &= 2n_{\text{теор}}(\text{O}_2) = 2 \cdot 19,64 = 39,28 \text{ кмоль/ч.} \end{aligned}$$

Объем кислорода

$$V(\text{O}_2) = n_{\text{практ}}(\text{O}_2) V_0 = 39,28 \cdot 1\,000 \cdot 22,4 = 880\,000 \text{ л,}$$

объем воздуха

$$V_{\text{возд}} = \frac{V(\text{O}_2)}{\chi(\text{O}_2)} = \frac{880\,000}{0,21 \cdot 1\,000} = 4\,190 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 4 190. Диапазон 3 890–4 490.

**Задание 2.** (8 баллов) Использование теплоты, выделяющейся при сгорании фосфора, позволяет значительно увеличить энергоэффективность проведения процесса. При стандартных условиях рассчитайте теплоту, которая выделяется в ходе проходящих реакций при образовании указанного в задании № 1 количества фосфорной кислоты. Используйте данные таблицы, ответ приведите в мегаджоулях (МДж) с точностью до целых.

Вещество	$P_4O_{10(тв)}$	$H_3PO_{4(ж)}$	$H_2O_{(ж)}$
Теплота образования, кДж/моль	2 984,03	1 266,90	285,83

### Решение

В соответствии со следствием из закона Г. И. Гесса теплоту каждой из протекающей реакции можно выразить как разность между суммами теплот образования продуктов и реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов:

$$\begin{aligned}\Delta_r Q &= \sum n_i Q_f(\text{прод}) - \sum n_j Q_f(\text{реаг}); \\ \Delta_{r1} Q &= Q_f(P_4 O_{10(тв)}) - Q_f(P_{4(тв)}) - 5Q_f(O_{2(г)}); \\ \Delta_{r2} Q &= 4Q_f(H_3PO_{4(ж)}) - 6Q_f(H_2 O_{(ж)}) - Q_f(P_4 O_{10(тв)}).\end{aligned}$$

С учетом того, что теплоты образования простых веществ равны нулю, получим:

$$\begin{aligned}\Delta_{r1} Q &= 2\,984,03 \text{ кДж/моль}; \\ \Delta_{r2} Q &= 4 \cdot 1\,266,90 - 6 \cdot 285,83 - 2\,984,03 = 368,59 \text{ кДж/моль}.\end{aligned}$$

В расчете на 4 моль фосфорной кислоты

$$Q_R = \Delta_{r1} Q + \Delta_{r2} Q = 3\,352,62 \text{ кДж/моль}.$$

Тогда

$$Q = Q_R \cdot \frac{n(H_3PO_4)}{4} = 3\,352,62 \cdot \frac{15,71}{4} = 13\,167 \text{ МДж}.$$

**Ответ:** 13 167. Диапазон 13 080–13 250.

**Задание 3.** (9 баллов) В качестве пищевой добавки ортофосфорная кислота выступает регулятором кислотности и консервантом: кислая среда препятствует размножению микроорганизмов и порче продукта. Именно наличие фосфорной кислоты в составе обуславливает способность газированных напитков растворять ржавчину и очищать бытовые поверхности, о которой снято много интернет-роликов. Впрочем, имеются сведения о стимулировании фосфорной кислотой вымывания кальция из организма и ее негативном влиянии на зубную эмаль при чрезмерном употреблении.





Рассчитайте  $pH$  0,35 моль/л раствора фосфорной кислоты с точностью до десятых, если известно, что константа диссоциации кислоты по первой ступени составляет  $7,52 \cdot 10^{-3}$ , а диссоциацией по второй и третьей ступени можно пренебречь.

### Решение

Запишем уравнение диссоциации фосфорной кислоты по первой ступени:



Выражение для константы диссоциации:

$$K_I = \frac{[H_2PO_4^-][H^+]}{[H_3PO_4]},$$

где в квадратных скобках указаны равновесные концентрации.

Тогда

$$[H_2PO_4^-] = [H^+], [H_3PO_4] = C_0 - [H^+];$$

$$K_I = \frac{[H^+]^2}{C_0 - [H^+]} = 7,52 \cdot 10^{-3}.$$

Решение уравнения при  $C_0 = 0,35$  моль/л позволяет найти

$$[H^+] = 0,051 \text{ моль/л},$$

откуда  $pH = -\lg([H^+]) \approx 1,3$ .

**Ответ:** 1,3.

### Задача 2.2.8.5. Химию, как и любую науку, делают люди (10 баллов)

Тема: химики России.

#### Условие

Этого выдающегося ученого однажды спросили, кто такой исследователь. «В Солнечной системе, затерянной в спиралях одной из миллионов галактик, на одной из десятков миллионов планет стоит существо и пытается слабым взором охватить Вселенную. Почему ему это удастся? В чем сила этого слабого обитателя затерянной в мироздании планеты? Я думаю, в вечном беспокойстве», — ответил академик. Пожалуй, только такой «беспокойный» человек мог охватить так много — от био- и геохимии до химии космоса. В начале карьеры этот ученый работал военным врачом и даже учился в двух университетах одновременно: в Военно-медицинской академии и на химфаке Ленинградского университета. Позднее он станет химиком, ядерщиком и даже планетологом.

Под руководством своего наставника В. Вернадского ученый начнет первое в мире исследование химического состава морских организмов. Он заложит биостанцию

в Мурманске и проведет экспедицию по Баренцеву и Белому морям — в результате чего покажет, что живые организмы являются необходимым этапом круговорота элементов. Позднее он изучит влияние эволюции на изменение состава организмов и обоснует биогеохимический метод поиска полезных ископаемых.

Впоследствии он займется разработкой аналитических методов определения следов химических элементов в миллионных долях процента и меньше. Исследователь станет участником атомного проекта под руководством И. Курчатова, анализируя уран, тяжелую воду и другие материалы. Этот ученый станет основателем первой в России кафедры геохимии, организатором и первым директором Института геохимии и аналитической химии. Здесь он будет заниматься геохимией редких элементов, определит средние составы главных пород Земли, а после станет основоположником космохимии. Под его руководством определяют состав лунного грунта, доставленного автоматическими станциями «Луна-16» и «Луна-20», а также состав атмосферы Венеры.

Имя этого ученого присвоено Институту геохимии, горному массиву на Луне и кратеру на Марсе, а также в его честь назван минерал, найденный на Кольском полуострове.

Назовите этого ученого:

- А. Сергей Васильевич Лебедев;
- В. Владимир Васильевич Марковников;
- С. Александр Павлович Виноградов;
- Д. Александр Михайлович Зайцев;
- Е. Николай Дмитриевич Зелинский;
- Ф. Карл Карлович Клаус;
- Г. Николай Александрович Меншуткин;
- Н. Николай Николаевич Зинин;
- И. Дмитрий Иванович Менделеев;
- Ж. Алексей Евграфович Фаворский.

**Ответ:** С.

## 2.3. Предметный тур. Биология

### 2.3.1. Первая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи первой волны предметного тура по биологии за 8–9 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контеcт: <https://contest.yandex.ru/contest/63554/enter/>.

#### ***Задача 2.3.1.1. Адаптационные свойства растений (10 баллов)***

*Тема: биология растений.*

##### ***Условие***

Считается, что первые высшие растения на планете появились около 450 млн лет назад.

Растения существуют на планете повсеместно, а число разнообразных видов, описанных учеными на сегодняшний день, насчитывает более 8,5 млн уникальных наименований.

В течение долгого времени в процессе роста и развития одни виды растений изменялись, адаптируясь к условиям окружающей среды, тогда как другие не успевали приспособиться к изменяющейся окружающей среде и исчезали бесследно.

Выберите признаки, характерные для растений класса Хвощевидные:

1. процесс фотосинтеза происходит во всех частях растения, включая стебель;
2. в прошлом растения были представлены травянистыми и древесными формами;
3. процесс фотосинтеза не характерен для данных растений;
4. в современном мире присутствуют только древесные формы растений;
5. процесс фотосинтеза происходит исключительно в листьях растения.

##### ***Решение***

Растения класса Хвощевидные имеют характерные особенности. Так, в прошлом данные растения были представлены в том числе и древесными формами. Процесс фотосинтеза происходит в том числе и в мясистом зеленом стебле данных растений.

**Ответ:** 1, 2.

#### ***Задача 2.3.1.2. Строение глаза (15 баллов)***

*Тема: анатомия.*

**Условие**

Школьник Иван увлекается моделированием. На биологии он увидел модель строения глаза и разработал анатомический конструктор, напечатав на 3D-принтере детали и собрав полноценную модель. Но для представления проекта на конкурсе необходимо дополнить изделие описанием и презентационными материалами.

Помогите Ивану разобраться с функциями каждого элемента строения глаза, сопоставив предложенные термины и их описания.

В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Склера.    | А. Состоит из пигментированных клеток и мышц, которые изменяют размер центрального отверстия для контроля светового потока. |
| 2. Зрачок.    | В. Внутренняя оболочка глаза, где световые сигналы преобразуются в электрические импульсы для передачи в мозг.              |
| 3. Хрусталик. | С. Отвечает за точную фокусировку световых лучей на светочувствительной поверхности.  |
| 4. Радужка.   | Д. Представляет собой плотную защитную оболочку глаза, обеспечивающую его механическую поддержку.                           |
| 5. Сетчатка.  | Е. Регулирует поток света, проходящего внутрь глаза, изменяя свой диаметр в зависимости от интенсивности освещения.         |

**Ответ:** 1 — D, 2 — E, 3 — C, 4 — A, 5 — B.

**Задача 2.3.1.3. Типы питания (20 баллов)**

Тема: микробиология.

**Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

**А. Гетеротрофное / Б. Автотрофное / В. Литотрофное** питание является типом питания, при котором организмы получают необходимые вещества и энергию из органических соединений, **А. синтезируемых / Б. разлагаемых / В. биоразлагаемых** другими организмами. **А. Гетеротрофы / Б. автотрофы / В. литотрофы**, к которым относятся животные, грибы и многие бактерии, **А. способны / Б. не способны** самостоятельно синтезировать органические вещества из неорганических, в отличие от **А. гетеротрофов / Б. автотрофов / В. литотрофов**, таких как растения и некоторые бактерии. **А. Гетеротрофное / Б. Автотрофное / В. Литотрофное** питание включает различные процессы, такие как фагоцитоз, осмотрофию. Например, животные поглощают пищу через пищеварительный тракт, где

происходит ее **А. ферментативное расщепление / Б. накопление / В. ферментативный синтез** до молекул, пригодных для усвоения. Грибы и сапротрофные **А. бактерии / Б. вирусы / В. простейшие** выделяют экзоферменты для внешнего **А. расщепления / Б. синтеза / В. перераспределения** органики, а затем абсорбируют образовавшиеся простые вещества. **А. Гетеротрофы / Б. автотрофы / В. литотрофы** играют важную роль в экосистемах, обеспечивая круговорот органического вещества и энергии.

### **Решение**

**Гетеротрофное / автотрофное / литотрофное** питание является типом питания, при котором организмы получают необходимые вещества и энергию из органических соединений, **синтезируемых / разлагаемых / биоразлагаемых** другими организмами. **Гетеротрофы / автотрофы / литотрофы**, к которым относятся животные, грибы и многие бактерии, способны / **не способны** самостоятельно синтезировать органические вещества из неорганических, в отличие от гетеротрофов / **автотрофов / литотрофов**, таких как растения и некоторые бактерии. **Гетеротрофное / автотрофное / литотрофное** питание включает различные процессы, такие как фагоцитоз, осмотрофию. Например, животные поглощают пищу через пищеварительный тракт, где происходит ее **ферментативное расщепление / накопление / ферментативный синтез** до молекул, пригодных для усвоения. Грибы и сапротрофные **бактерии / вирусы / простейшие** выделяют экзоферменты для внешнего **расщепления / синтеза / перераспределения** органики, а затем абсорбируют образовавшиеся простые вещества. **Гетеротрофы / автотрофы / литотрофы** играют важную роль в экосистемах, обеспечивая круговорот органического вещества и энергии.

**Ответ:** АААББААААА.

### **Задача 2.3.1.4. Формула цветка (10 баллов)**

*Тема: биология растений.*

#### **Условие**

В лаборатории «Агробιοтехнологии» вывели новый сорт декоративного растения.

Известно, что это цветок растения семейства Гвоздичные, который имеет следующие характеристики:

- чашелистиков пять, они свободные;
- лепестков пять, они свободные;
- тычинок десять, они свободные;
- гинецей один, состоящий из пяти сросшихся плодолистиков.

Составьте формулу цветка для данного растения.

#### **Справочный материал**

Формула цветка — это упрощенное обозначение строения цветка, которое позволяет быстро определить основные элементы его строения.

Основные компоненты формулы цветка: чашечка (C) — обозначается буквой C и количеством чашелистиков, венчик (C0) — обозначается буквой C и цифрой ноль C0 и количеством лепестков, тычинки (A) — обозначаются буквой A и количеством тычинок, гинецей (G) — обозначается буквой G и количеством плодolistиков. Свободные элементы обозначаются простыми числами. Сросшиеся элементы обозначаются числами в скобках.

### **Решение**

Пользуясь текстом задачи и справочным материалов, составим формулу цветка.

**Ответ:** C5C05A10G(5).

## **Задача 2.3.1.5. Нейродегенеративные заболевания (10 баллов)**

*Тема: физиология человека и животных.*

### **Условие**

Группа ученых из Калифорнийского университета в Беркли обследовала 26 пожилых людей и установила, что хронический дефицит сна связан с ухудшением превращения кратковременных воспоминаний в долговременную память и сопровождается накоплением в мозгу бета-амилоидов, белков, обнаруживаемых в мозгу пациентов с деменцией альцгеймеровского типа. Болезнь Альцгеймера в частности и нейродегенеративные заболевания в целом представляют собой группу расстройств, характеризующихся прогрессивной дегенерацией или гибелью нервных клеток. Эти заболевания имеют значительное влияние на качество жизни пациентов и представляют собой серьезную медицинскую проблему. Современные исследования направлены на понимание причин, механизмов и возможных методов лечения этих заболеваний.

Какие из следующих утверждений о нейродегенеративных заболеваниях верны? Выберите верные ответы.

1. Болезнь Альцгеймера является примером нейродегенеративного заболевания.
2. Нейродегенеративные заболевания всегда связаны с генетическими мутациями.
3. Болезнь Паркинсона характеризуется утратой дофамин-продуцирующих нейронов.
4. Боковой амиотрофический склероз (БАС) влияет на двигательные нейроны и может привести к параличу.
5. Нейродегенеративные заболевания могут быть вызваны прионами.
6. Рассеянный склероз — это нейродегенеративное заболевание, которое поражает миелиновую оболочку нервных волокон.
7. Нейродегенеративные заболевания не могут быть диагностированы с помощью нейровизуализации.

**Ответ:** 1, 3, 4, 5, 6.

### **Задача 2.3.1.6. Глубоководные адаптации (9 баллов)**

Тема: зоология позвоночных.

#### **Условие**

Морские животные могут погружаться на достаточно большую глубину для ловли добычи, рекордсмены среди млекопитающих — зубатые киты клюворылы — смогли опуститься на глубину 2 992 м, а южные морские слоны достигли отметки в 2 388 м ниже уровня моря. Недавно самка кожистой черепахи установила рекорд в 1 344 м, предыдущий рекорд в 1 280 м держался почти 20 лет! Какие адаптации помогли достигнуть черепахе таких результатов?

1. Могут задерживать дыхание на 90 мин.
2. Гибкие панцири сжимаются и расширяются при изменении давления, что обеспечивает защиту во время погружений и подъема на поверхность.
3. Способны дышать через кожу, что помогает им получать кислород на большой глубине.
4. В холодной воде способны поддерживать более высокую по сравнению с окружающей средой температуру тела.
5. Обладают особыми железами, выделяющими свет для привлечения добычи в темноте.
6. Могут впадать в анабиоз на глубине, что позволяет им переживать экстремальные условия.

**Ответ:** 1, 2, 4.

### **Задача 2.3.1.7. Прионы (9 баллов)**

Тема: физиология человека и животных.

#### **Условие**

Прионы — это белки с аномальной третичной структурой, которые могут вызывать нейродегенеративные заболевания у животных и человека, такие как губчатая энцефалопатия крупного рогатого скота (коровье бешенство) и болезнь Крейтцфельдта – Якоба у людей. Прионы также обладают способностью изменять нормальные белки, присутствующие в организме, в патогенные формы.

Какие особенности прионов можно выделить? Выберите верные ответы.

1. Длительный инкубационный период, в течение которого симптомы не проявляются, но прионы уже могут распространяться и накапливаться в организме.
2. Способны к самостоятельному размножению без участия клетки-хозяина.
3. Невозможность лечения, они неизбежно приводят к летальному исходу.
4. Способны к передаче воздушно-капельным путем
5. Устойчивы к обычным методам дезинфекции, таким как нагревание, радиация и химические агенты.
6. Изменяют ДНК клетки-хозяина при проникновении в организм.

**Ответ:** 1, 3, 5.

### **Задача 2.3.1.8. Биолюминисценция (12 баллов)**

Тема: зоология.

#### **Условие**

Глубоководные морские организмы, такие как рыбы-удильщики, кальмары и некоторые виды медуз, обладают специальными органами — **фотофорами**, которые способны испускать свет. Свечение возможно благодаря преобразованию химической энергии в энергию света и называется биолюминисценцией. В процессе задействованы субстраты-люциферины и ферменты люциферазы.

Для чего животные могут использовать фотофоры? Выберите верные ответы.

Стоит отметить, что существует вариант использования не фотофоров, но ламп освещения для того, чтобы скрывать из вида самолеты и даже целые корабли.

1. Защита от ультрафиолетового излучения: фотофоры помогают поглощать ультрафиолетовые лучи, предотвращая повреждение ДНК и клеток.
2. Ориентация в пространстве: фотофоры обеспечивают свет для ориентации в темных водах океана, помогая животным находить дорогу.
3. Поиск пищи на поверхности: фотофоры позволяют глубоководным организмам находить пищу на поверхности воды.
4. Маскировка (контросвечение): некоторые рыбы, такие как серебристая акула, используют фотофоры для создания эффекта контросвечения. Это помогает им скрываться от хищников.
5. Привлечение добычи: рыбы-удильщики используют фотофоры в виде светящихся «удочек» для привлечения добычи. Свет приманивает мелких рыб и других морских обитателей, которых удильщик затем захватывает.
6. Коммуникация и привлечение партнера: некоторые виды кальмаров, такие как кальмар-вампир, используют биолюминисценцию для коммуникации с другими особями своего вида.

**Ответ:** 4, 5, 6.

### **Задача 2.3.1.9. Селекционер картофеля (5 баллов)**

Тема: ученые.

#### **Условие**

Этот человек был выдающимся ученым-агрономом, сыгравшим ключевую роль в развитии сельского хозяйства XX века. С ранних лет проявлял интерес к растениеводству, что предопределило его дальнейший путь в науке. Он окончил земледельческую и лесную академию, после чего начал свою профессиональную деятельность, сосредоточив внимание на селекции картофеля. Одним из главных достижений стало выведение новых сортов картофеля, которые отличались высокой урожайностью,



устойчивостью к заболеваниям и неблагоприятным климатическим условиям. Наиболее известным стал сорт картофеля, названный в его честь, который получил широкое признание благодаря своей устойчивости к фитофторозу и отличным вкусовым качествам. Этот сорт сыграл значительную роль в повышении продуктивности картофелеводства, что способствовало укреплению продовольственной безопасности страны. Кроме того, он проводил обширные исследования в области агротехники и физиологии картофеля. Его работы по оптимизации методов выращивания и ухода за картофелем, а также по изучению физиологических процессов, происходящих в растениях, стали важным вкладом в агрономическую науку. Эти исследования легли в основу многих последующих научных трудов и практических рекомендаций для фермеров и агрономов.

Назовите этого ученого.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Григорьевич Борщов (1833–1878).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 3.

### 2.3.2. Первая волна. Задачи 10–11 класса

Задачи первой волны предметного тура по биологии за 10–11 класс открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63550/enter/>.

#### **Задача 2.3.2.1. Морские свинки (10 баллов)**

*Тема: генетика.*

##### **Условие**

В лаборатории генетики живут морские свинки Макс и Мира. Их первое потомство имело равномерно темный окрас, однако в пропорции 1:1 произошло распределение на гладкую и розеточную шерсть. При этом известно, что Мира имеет светлую гладкую шерстку. Каков генотип Макса, если темный оттенок и гладкая шерстка характерны для доминантных генов?

Гены, кодирующие доминантные признаки, обозначаются прописными буквами — *A*, *B*, аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки, обозначаются строчными буквами — *a*, *b*.

Для составления схем скрещивания воспользуйтесь решеткой Пеннета (таблица 2.3.1), где вдоль одной стороны расположены женские гаметы, а вдоль другой — мужские. Внутри таблицы размещают варианты генотипов, получаемых при скрещивании.

Таблица 2.3.1. Решетка Пеннета

♂				
♀				

Выберите правильный вариант ответа:

1.  $aaBb$ ;
2.  $aaBB$ ;
3.  $AAbb$ ;
4.  $AABB$ .

### Решение

Темный оттенок и гладкая шерстка — доминантные гены, значит, обозначим их как  $A$  и  $B$ .

Мира имеет светлую гладкую шерстку, то есть  $aaBB$  или  $aaBb$ .

Гены, кодирующие доминантные признаки, обозначаются прописными буквами —  $A$ ,  $B$ , аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки, обозначаются строчными буквами —  $a$ ,  $b$ .

Для составления схем скрещивания воспользуемся решеткой Пеннета (таблица 2.3.1), где вдоль одной стороны расположены женские гаметы, а вдоль другой — мужские, внутри таблицы размещают варианты генотипов, получаемых при скрещивании.

В первом поколении особи единообразны по окрасу, это значит, что у Макса темная шерстка и генотип  $AA$ . Тогда у всех особей первого поколения генотип  $Aa$  и темная шерстка.

Разделение на розеточную и гладкую шерсть в пропорции 1 : 1 говорит о том, что по второй аллели генотип Макса  $bb$ .

Проверим на решетке Пеннета (таблица 2.3.1):

#### Вариант А

Мира —  $aaBB$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.2

$M \times M$	$Ab$
$aB$	$AaBb$

Поклоение единообразно, условию задачи не соответствует.

#### Вариант Б

Мира —  $aaBb$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.3

$M \times M$	$Ab$	
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная

Распределение верное, условию задачи соответствует.

**Ответ:** 3.

### **Задача 2.3.2.2. Клетки и процессы (12 баллов)**

Тема: микробиология.

#### **Условие**

Клетка — целостная элементарная единица со сложной структурой, характерная для всех живых организмов.

Клетки, сходные по функциям и строению, могут образовывать ткани, которые, в свою очередь, могут формировать органы. При этом клетки могут функционировать по-разному, и некоторые процессы характерны для определенных типов клеток и тканей, а также этапов жизненного цикла клетки.

Пользуясь информацией ниже, сопоставьте термины и их определения. В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Эндоцитоз. | А. Программируемая клеточная смерть, являющаяся нормальным и контролируемым процессом в организме, необходимым для поддержания гомеостаза и предотвращения развития опухолей. |
| 2. Апоптоз.   | В. Самопереваривание клетки или ткани, вызванное действием собственных ферментов, высвобожденных при разрушении клеточных мембран.  |
| 3. Автолиз.   | С. Процесс поглощения клеткой крупных частиц или жидкости путем образования везикул из плазматической мембраны.   |

**Ответ:** 1 — С, 2 — А, 3 — В.

### Задача 2.3.2.3. Микромир (15 баллов)

Тема: микробиология.

#### Условие

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенного списка.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

**А. Вирусы / Б. бактерии / В. грибы** представляют собой неклеточные инфекционные агенты, обладающие уникальными биологическими свойствами и способностью **А. инфицировать / Б. декомпозировать / В. интегрировать** все формы жизни, включая животных, растения, грибы, **А. бактерии и археи / Б. вирусы / В. микрогрибы**. Они состоят из **А. гетерогенного / Б. генетического / В. синтетического** материала, заключенного в **А. желатиновую / Б. клеточную / В. белковую** оболочку, называемую **А. матриксом / Б. капсидом / В. кутикулой**.

У некоторых **А. бактерий / Б. вирусов / В. архей** **А. матрикс / Б. капсид / В. кутикула** окружен(а) **А. липидной мембраной / Б. плазмой / В. спорой**, содержащей **А. бактериальные / Б. вирусные / В. растительные** гликопротеины, которые играют ключевую роль в распознавании и проникновении в **А. клетку-хозяина / Б. эксплант / В. клеточное ядро**. **А. Бактерии / Б. вирусы / В. археи** не обладают собственным метаболизмом и не могут размножаться самостоятельно; они нуждаются в **А. клетках-хозяевах / Б. эксплантах / В. клеточном ядре** для **А. синтеза / Б. репликации / В. фотолиза**.

#### Решение

**Вирусы / бактерии / грибы** представляют собой неклеточные инфекционные агенты, обладающие уникальными биологическими свойствами и способностью **инфицировать / декомпозировать / интегрировать** все формы жизни, включая животных, растения, грибы, **бактерии и археи / вирусы / микрогрибы**. Они состоят из гетерогенного / **генетического / синтетического** материала, заключенного в желатиновую / клеточную / **белковую оболочку**, называемую матриксом / **капсидом / кутикулой**. У некоторых **бактерий / вирусов / архей** матрикс / **капсид / кутикула** окружен(а) липидной **мембраной / плазмой / спорой**, содержащей бактериальные / **вирусные / растительные** гликопротеины, которые играют ключевую роль в распознавании и проникновении в **клетку-хозяина / эксплант / клеточное ядро**. **Бактерии / вирусы / археи** не обладают собственным метаболизмом и не могут размножаться самостоятельно; они нуждаются в **клетках-хозяевах / эксплантах / клеточном ядре** для синтеза / **репликации / фотолиза**.

Ответ: АААБВВБББАБАБАБ.

### Задача 2.3.2.4. Расчет клеток (15 баллов)

Тема: микробиология.

**Условие**

Подсчитайте количество эритроцитов в образце крови, используя камеру Горяева.

Для этого выполните следующие шаги:

1. разбавьте кровь физиологическим раствором в соотношении 1 : 200;
2. заполните камеру Горяева разбавленным раствором;
3. подсчитайте количество эритроцитов в пяти больших квадратах камеры Горяева;
4. рассчитайте концентрацию эритроцитов в 1 мл крови.

Известно, что объем одного большого квадрата камеры Горяева составляет 0,004 мм<sup>3</sup>.

В пяти больших квадратах насчитали 250 эритроцитов.

Ответ дайте в количестве клеток на 1 мл.

**Решение**

Количество подсчитанных клеток ( $N$ ) = 250 эритроцитов.

Разведение образца ( $D$ ) — в 200 раз.

Объем одного большого квадрата камеры Горяева ( $V$ ) = 0,004 мм<sup>3</sup>.

Количество подсчитанных больших квадратов ( $n$ ) = 5.

Подставим эти значения в формулу

$$C = \frac{N \times D}{V \times n},$$

получим

$$C = \frac{250 \times 200}{0,004 \times 5} = 2\,500\,000 \text{ клеток/мл.}$$

Таким образом, концентрация эритроцитов в 1 мл крови составляет 2 500 000 клеток/мл.

**Ответ:** 2 500 000.

**Задача 2.3.2.5. Инфекционные заболевания (12 баллов)**

Тема: физиология человека и животных.

**Условие**

Ученые из университета Глазго обнаружили, что заболеваемость гриппом и риновирусом, который вызывает обычную простуду, неравномерно распределена в течение года. Проанализировав более 44 000 случаев респираторных болезней, они пришли к выводу, что два вируса препятствуют распространению друг друга. Вероятно,

именно поэтому во время вспышек гриппа случаев обычной простуды становится меньше.

В целом в дыхательных путях человека может селиться множество патогенных вирусов и бактерий, и логично предположить, что они могут как-то взаимодействовать друг с другом, облегчая соседу захват человеческого тела, или, наоборот, конкурируя с ним за место и другие ресурсы. Известно, например, что вирусные инфекции могут ослаблять иммунитет и готовить почву для бактериальных: так, вирус гриппа «сотрудничает» с бактерией пневмококка.

Многие люди связывают холодную погоду с повышенной вероятностью заболеть простудой. Однако существует ли связь между воздействием холода и возникновением простудных заболеваний?

Какие из следующих утверждений верны?

Выберите верные ответы.

1. Холодная погода сама по себе вызывает простуду.
2. Вирусы, вызывающие простуду, могут распространяться быстрее в холодных и сухих условиях.
3. В зимний период люди чаще находятся в закрытых помещениях, что увеличивает вероятность передачи вирусов.
4. Переохлаждение снижает эффективность иммунной системы, делая человека более уязвимым к инфекциям.
5. Увеличенное потребление витамина С в холодное время года полностью предотвращает простуду.
6. Увлажнители воздуха помогают снизить риск простудных заболеваний в холодное время года.

**Ответ:** 2, 3, 4, 6.

### ***Задача 2.3.2.6. Максимальная продолжительность жизни (10 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

**Условие**

Деревья относятся к числу самых долгоживущих организмов на Земле, возраст некоторых из них исчисляется тысячами лет. Так, например, в 2018 году Национальном парке Поллино на юге Италии нашли старейшее дерево Европы — сосну Гельдрейха, возраст которой 1 230 лет.

Неудивительно, что деревья давно привлекают внимание специалистов по старению, которые хотят раскрыть секрет их долголетия и, возможно, использовать его для продления человеческих жизней. Кроме деревьев также можно встретить немало животных-долгожителей.

Сопоставьте самые долгоживущие виды животных с их приблизительной максимальной продолжительностью жизни. В ответ занесите цифру соответствующего вида в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. Гренландский кит.                  | А. Более 500 лет.   |
| 2. Галапагосская черепаха.            | В. Более 100 лет.   |
| 3. Океанические моллюски-венусы.      | С. Более 200 лет.   |
| 4. Медуза.                            | Д. Более 300 лет.   |
| 5. Гигантские трубчатые черви рифтии. | Е. Животное способно полностью вернуться к стадии неполовозрелой колонии после достижения половой зрелости как одиночная особь. |

**Ответ:** 1 — С, 2 — В, 3 — А, 4 — Е, 5 — D.

### **Задача 2.3.2.7. Восстановление нервных клеток (9 баллов)**

*Тема: физиология человека и животных.*

#### **Условие**

Известно, что нервные клетки, или нейроны, имеют ограниченную способность к восстановлению и регенерации, особенно в центральной нервной системе (ЦНС) у млекопитающих. Однако ученые из Кельнского университета (Германия) обнаружили, что кникус благословенный (*Cnicus benedictus*), растение семейства Астровых, может способствовать восстановлению нервных клеток. Это растение часто встречается вдоль дорог и на пустошах в ряде регионов России, Европы, Азии, Южной и Северной Америки и культивируется в качестве ароматной специи.

В ходе исследований выяснилось, что гликозид кницин, выделенный из кникуса, эффективно способствует росту аксонов в сенсорных нейронах у людей и животных (мышей, крыс и кроликов). Кницин также увеличил среднюю длину нейритов (нейронных отростков) в центральной нервной системе мышей и человека.

По каким причинам нервные клетки не восстанавливаются так легко, как другие клетки?

Выберите верные ответы.

1. Нейроны обладают сложной структурой, включая аксоны и дендриты, которые создают уникальные соединения с другими клетками. Восстановление или замена этих соединений требует переформирования сети, что крайне сложно.
2. Большинство нейронов в ЦНС теряют способность к делению после дифференцировки.
3. В центральной нервной системе присутствуют ингибирующие белки, такие как Nogo-A, и компоненты миелиновой оболочки, которые ограничивают рост аксонов после повреждения.
4. Нервные клетки постоянно замещаются новыми клетками из-за высокой скорости деления нейронов.
5. Восстановление нейронов требует исключительно высокого уровня кислорода, который не может быть обеспечен в ЦНС.

6. Нейроны не могут передавать сигналы после дифференцировки, поэтому их восстановление считается ненужным.
7. Нейронные связи восстанавливаются спонтанно при любых повреждениях, что делает регенерацию избыточной.

**Ответ:** 1, 2, 3.

### ***Задача 2.3.2.8. Стресс (12 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

#### ***Условие***

Немецкие ученые выявили физиологическую основу благоприятного влияния прогулок на природе на психическое состояние. Как показала функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), подобное времяпровождение снижает активацию миндалевидных тел при выполнении психологических стресс-тестов, то есть прогулки на природе напрямую повысили устойчивость мозга к стрессу.

По данным ООН в настоящее время в городах живет 55% населения Земли, а к 2050 году этот показатель возрастет до 68%. Несмотря на многочисленные преимущества, урбанизация негативно сказывается на психическом здоровье — в городской местности тревожность, расстройства настроения, большая депрессия и шизофрения встречаются более чем на 50% чаще, чем в сельской. Нахождение на природе помогает восстанавливать внимание, отходить от стресса, увеличивать емкость рабочей памяти и улучшать физиологические показатели.

Какие механизмы участвуют в стрессовой реакции организма?

Выберите верные ответы.

1. Выброс кортизола из коры надпочечников.
2. Активация симпатической нервной системы.
3. Снижение уровня глюкозы в крови.
4. Увеличение частоты дыхания.
5. Увеличение уровня серотонина.
6. Снижение активности иммунной системы.
7. Активизация парасимпатической нервной системы.

**Ответ:** 1, 2, 4, 6.

### ***Задача 2.3.2.9. Селекционер картофеля (5 баллов)***

*Тема: ученые.*

#### ***Условие***

Этот человек был выдающимся ученым-агрономом, сыгравшим ключевую роль в развитии сельского хозяйства XX века. С ранних лет проявлял интерес к растение-



водству, что предопределило его дальнейший путь в науке. Он окончил земледельческую и лесную академию, после чего начал свою профессиональную деятельность, сосредоточив внимание на селекции картофеля. Одним из главных достижений стало выведение новых сортов картофеля, которые отличались высокой урожайностью, устойчивостью к заболеваниям и неблагоприятным климатическим условиям. Наиболее известным стал сорт картофеля, названный в его честь, который получил широкое признание благодаря своей устойчивости к фитофторозу и отличным вкусовым качествам. Этот сорт сыграл значительную роль в повышении продуктивности картофелеводства, что способствовало укреплению продовольственной безопасности страны. Кроме того, он проводил обширные исследования в области агротехники и физиологии картофеля. Его работы по оптимизации методов выращивания и ухода за картофелем, а также по изучению физиологических процессов, происходящих в растениях, стали важным вкладом в агрономическую науку. Эти исследования легли в основу многих последующих научных трудов и практических рекомендаций для фермеров и агрономов.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Григорьевич Борщов (1833–1878).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 3.

### 2.3.3. Вторая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи второй волны предметного тура по биологии за 8–9 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63555/enter/>.

#### ***Задача 2.3.3.1. Морфологические особенности растений (10 баллов)***

*Тема: биология растений.*

##### ***Условие***

Морфология растений является важной частью ботаники и позволяет рассмотреть процессы развития растений и их особенности в зависимости от вида и этапа жизненного цикла. Это дает возможность структурировать знания о растениях, выделяя признаки, характерные для определенных видов, либо формируя общие характеристики частей и органов растений.

Выберите элементы, не характерные для описания строения листа растения:

1. ксилема,
2. флоэма,

3. устьица,
4. ключица,
5. эпидерма,
6. мицелий.

### **Решение**

Для строения листа растения характерно наличие устьиц, флоэмы, ксилемы и эпидермы.

Ключица — это кость, связывающая плечевой сустав и грудную кость.

Мицелий — это вегетативное тело грибов и актиномицетов.

**Ответ:** 4, 6.

### **Задача 2.3.3.2. Костные ткани (12 баллов)**

Тема: анатомия.

#### **Условие**

Школьник Иван увлекается биотехнологиями и биомедициной. В биомедицинской научной лаборатории ему выдали для исследования напечатанный на биопринтере фрагмент костной ткани. Костная ткань подразделяется на несколько типов, каждый из которых обладает уникальными характеристиками и выполняет определенные задачи. Для того чтобы понять, фрагмент какой именно ткани получил Иван, помогите ему сопоставить предложенные термины и их описания.

В ответ занесите цифру соответствующего вида в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |               |  |
|---------------|--|
| 1. Трубчатые. | А. Не соответствуют стандартным формам и обычно имеют сложное строение, сочетающее элементы различных типов костей.                            |
| 2. Губчатые.  | В. Имеют длинную, цилиндрическую форму и содержат полость, заполненную костным мозгом, играя важную роль в поддержке тела и движении.          |
| 3. Плоские.   | С. Состоят из мелких костных трабекул, образующих решетчатую структуру, и встречаются в местах, где необходимо сочетание легкости и прочности. |
| 4. Смешанные. | Д. Имеют широкий, плоский профиль и часто служат для защиты внутренних органов или предоставления поверхностей для мышечного прикрепления.     |

**Ответ:** 1 — В, 2 — С, 3 — Д, 4 — А.

### **Задача 2.3.3.3. Особенности растительных объектов (20 баллов)**

Тема: биология растений.

#### **Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенных.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

**А. Колос / Б. зонтик / В. початок** является типом соцветия, характерного в том числе для многих **А. плодовых / Б. злаковых / В. цветковых** растений, таких как пшеница, рожь и ячмень. Он состоит из главной оси, на которой расположены мелкие соцветия — **А. початки / Б. корзинки / В. колоски**. Каждый колосок содержит несколько **А. зерен / Б. листков / В. цветков**, окруженных **А. волосистыми / Б. колосковыми / В. завитыми** и цветковыми чешуями, такими как лемма и палея. Эти чешуи защищают развивающиеся цветки, из которых формируются **А. зерновки / Б. корзинки / В. соцветия**. В некоторых случаях на вершинах цветковых чешуй могут присутствовать остистые или щетинковидные выросты, которые способствуют **А. украшению / Б. питанию / В. защите** и распространению семян. **А. Колос / Б. зонтик / В. початок** имеет компактную и экономичную структуру, обеспечивающую эффективное **А. размещение / Б. дозревание / В. подсыхание цветков** и семян, а также их защиту от неблагоприятных условий окружающей среды.

#### **Решение**

**Колос / зонтик / початок** является типом соцветия, характерным в том числе для многих плодовых / **злаковых** / цветковых растений, таких как пшеница, рожь и ячмень. Он состоит из главной оси, на которой расположены мелкие соцветия — початки / корзинки / **колоски**. Каждый колосок содержит несколько **зерен** / листков / цветков, окруженных волосистыми / **колосковыми** / завитыми и цветковыми чешуями, такими как лемма и палея. Эти чешуи защищают развивающиеся цветки, из которых формируются **зерновки** / корзинки / соцветия. В некоторых случаях на вершинах цветковых чешуй могут присутствовать остистые или щетинковидные выросты, которые способствуют украшению / питанию / **защите** и распространению семян. **Колос / зонтик / початок** имеет компактную и экономичную структуру, обеспечивающую эффективное **размещение** / дозревание / подсыхание цветков и семян, а также их защиту от неблагоприятных условий окружающей среды.

**Ответ:** АБВАБАВАА.

### **Задача 2.3.3.4. Цепи питания (11 баллов)**

Тема: физиология.

#### **Условие**

В экосистеме озера обитают следующие организмы:

- фитопланктон (водоросли);
- зоопланктон (мелкие ракообразные, питается фитопланктоном);
- мелкая рыба (питается зоопланктоном);
- хищная рыба (питается мелкой рыбой);
- водные птицы (питаются хищной рыбой).

Вычислите, сколько килограммов фитопланктона необходимо для прироста биомассы щуки на 47 кг.

### **Решение**

Пользуясь правилом 10%, рассчитаем массу фитопланктона. Для этого конечную массу щуки разделим на 0,1, получив 10% прироста исходной биомассы на каждом уровне перехода в цепи питания.

$$\frac{47}{0,001} = 47\,000 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 47 000 кг.

### **Задача 2.3.3.5. Дальность перелетов (10 баллов)**

Тема: зоология.

#### **Условие**

Перелетные птицы способны преодолевать огромные расстояния при миграциях, среди них, конечно же, можно встретить и рекордсменов по количеству километров, преодолеваемых за год.

Для поддержания полета существуют уникальные механизмы и адаптации, вот некоторые из них:

- альбатросы используют динамическое парение благодаря разнице в скорости ветра на различных высотах над океаном;
- орлы и аисты используют восходящие потоки теплого воздуха для подъема на большие высоты без необходимости активно махать крыльями;
- птицы с обтекаемой формой тела и длинными узкими крыльями, как у стрижей и альбатросов, могут эффективно скользить в воздухе, уменьшая сопротивление воздуха и экономя энергию;
- некоторые птицы способны замедлять свой метаболизм во время долгих полетов, чтобы расходовать меньше энергии, что особенно важно для миграций на большие расстояния.

Портал Statista посчитал самые длинные дистанции. Сопоставьте названия птиц, приведенные ниже, и расстояния в километрах, которые они преодолевают за год.

- |                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 1. Полярная крачка.         | A. 30 000. |
| 2. Серый буревестник.       | B. 96 000. |
| 3. Тонкоклювый буревестник. | C. 18 000. |
| 4. Обыкновенная каменка.    | D. 64 000. |
| 5. Каменка-плешанка.        | E. 43 000. |

**Ответ:** 1 — B, 2 — D, 3 — E, 4 — A, 5 — C.

### ***Задача 2.3.3.6. Продолжительность сна (15 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

#### ***Условие***

Перекрестное исследование британских ученых, основанное на данных британского биобанка, показало, что увеличенная продолжительность сна негативно влияет на когнитивное здоровье. Ранний хронотип также негативно сказывался на когнитивных функциях, а средний и поздний хронотипы оказались связаны с лучшими оценками когнитивных функций.

Сон является важным биологическим процессом, необходимым для физического и психического здоровья человека. Во время сна происходят восстановительные процессы, и его недостаток может привести к серьезным последствиям для здоровья.

Какие из следующих утверждений о сне верны?

1. Во время сна мозг полностью отключается и неактивен.
2. Сон делится на несколько стадий, включая фазу быстрого сна (rapid eye movement — REM) и фазу медленного сна (non-rapid eye movement NREM).
3. Недостаток сна может привести к ухудшению когнитивных функций и памяти.
4. Взрослым людям рекомендуется спать 7–9 ч в сутки.
5. Во время сна происходит восстановление и укрепление иммунной системы.
6. Долгий дневной сон является полным эквивалентом ночного сна.
7. Сон необходим для поддержания эмоционального и психологического здоровья.

**Ответ:** 2, 3, 4, 5, 7.

### ***Задача 2.3.3.7. Пересадка почки (9 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

#### ***Условие***

В марте 2024 года американские хирурги впервые пересадили почку свиньи живому человеку. Это была свиная генномодифицированная почка EGEN-2784, разработанная компанией eGenesis. Как вы понимаете, по размеру и функциям почка

человека и свиньи достаточно похожа, но функционированию пересаженного органа точно помешают иммунная реакция отторжения трансплантата и вирусы, встроенные в геном животных, для этого геном свиньи был отредактирован с помощью технологии CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats — короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами).

Какие действия с геномом нужно было выполнить для того, чтобы избежать отторжения почки:

1. нокаут генов, отвечающих за подострое отторжение;
2. добавление человеческих трансгенов;
3. изменение генов, отвечающих за размер органа;
4. увеличение количества митохондрий в клетках почки;
5. инактивацию эндогенных ретровирусов в свином геноме;
6. добавление генов, способствующих ускоренному заживлению ран.

**Ответ:** 1, 2, 5.

### ***Задача 2.3.3.8. Редактирование генома (8 баллов)***

*Тема: генетика.*

#### ***Условие***

В декабре 2023 года управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США (FDA) одобрило к применению терапию серповидноклеточной анемии, основанную на системе редактирования генов CRISPR.

CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) — это технология редактирования генов, которая позволяет ученым изменять ДНК с высокой точностью. С ее помощью можно лечить ряд генетических заболеваний.

Какие именно? Выберите верные ответы:

1. Бета-талассемия.
2. Шизофрения.
3. Мускулярная дистрофия Дюшенна.
4. Кистозный фиброз.
5. Гемофилия.
6. Остеоартрит.

**Ответ:** 1, 3, 4, 5.

### ***Задача 2.3.3.9. Исследователь Арктики (5 баллов)***

*Тема: ученые.*

### **Условие**

Этот человек был выдающимся исследователем, океанографом и биологом, чьи открытия существенно расширили знания в области морской биологии и океанографии. Родившись в крестьянской семье в Полтавской губернии, он проявлял способности к науке и исследовательской деятельности с раннего возраста.

Он начал свою научную карьеру с изучения морской флоры и фауны и принимал участие в многочисленных научных экспедициях в Арктику, где его исследования внесли значительный вклад в понимание жизни в экстремальных условиях. Ученый исследовал биологические процессы в Северном Ледовитом океане, изучая распределение и поведение планктона, что имело важное значение для понимания экосистем Арктики.

Одним из наиболее значимых достижений стало открытие глубоководных течений в Северном Ледовитом океане и их влияние на биологические процессы. Его исследования показали, что эти течения играют ключевую роль в распределении питательных веществ и, следовательно, в поддержании жизни в океане. Ученый также изучал ледяные покровы Арктики, их динамику и влияние на морскую биологию в целом. В 1937 году был отправлен на уникальную Полярную станцию на дрейфующем льду «Северный полюс-1», где он и его команда провели важнейшие исследования, включающие наблюдения за климатическими и биологическими процессами в Арктике. Эти исследования позволили получить бесценные данные о полярных экосистемах и климатических изменениях.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Григорьевич Борщов (1833–1878).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 6.

## **2.3.4. Вторая волна. Задачи 10–11 класса**

Задачи второй волны предметного тура по биологии за 10–11 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63551/enter/>.

### **Задача 2.3.4.1. Морфологические особенности растений (10 баллов)**

*Тема: биология растений.*

**Условие**

В лаборатории генетики живут морские свинки Макс и Мира. Их первое потомство имело равномерно темный окрас, однако в пропорции 1:1 произошло распределение на гладкую и розеточную шерсть. При этом известно, что Мира имеет светлую гладкую шерстку. Каков генотип Миры, если темный оттенок и гладкая шерстка характерны для доминантных генов?

Гены, кодирующие доминантные признаки, обозначаются прописными буквами —  $A$ ,  $B$ , аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки, обозначаются строчными буквами —  $a$ ,  $b$ .

Для составления схем скрещивания воспользуйтесь решеткой Пеннета (таблица 2.3.4), где вдоль одной стороны расположены женские гаметы, а вдоль другой — мужские. Внутри таблицы размещают варианты генотипов, получаемых при скрещивании.

Таблица 2.3.4. Решетка Пеннета

♂				
♀				

Выберите правильный вариант ответа:

1.  $aaBb$ ;
2.  $aaBB$ ;
3.  $AAbb$ ;
4.  $AABB$ .

**Решение**

Темный оттенок и гладкая шерстка — доминантные гены, значит, обозначим их как  $A$  и  $B$ .

Мира имеет светлую гладкую шерстку, то есть  $aaBB$  или  $aaBb$ .

В первом поколении особи единообразны по окрасу, значит, у Макса темная шерстка и генотип  $AA$ . Тогда у всех особей первого поколения генотип  $Aa$  и темная шерстка.

Разделение на розеточную и гладкую шерсть в пропорции 1 : 1 говорит о том, что по второй аллели генотип Макса  $bb$ .

Проверим на решетке Пеннета (таблица 2.3.4):

**Вариант А**

Мира —  $aaBB$ .

Макс —  $AAbb$ .



Таблица 2.3.5

$M \times M$	$Ab$
$aB$	$AaBb$

Поколение единообразно, условию задачи не соответствует.

**Вариант Б**

Мира —  $aaBb$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.6

$M \times M$	$Ab$	
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная

Распределение верное, условию задачи соответствует.

**Ответ:** 1.

**Задача 2.3.4.2. Клетки и процессы (12 баллов)**

Тема: микробиология.

**Условие**

Живые организмы обладают определенными признаками, отличающими их от объектов неживой природы: дыхания, роста, развития, движения и пр.

Для описания и подробного исследования некоторых свойств организмов используются следующие термины и процессы.

Пользуясь информацией ниже, сопоставьте термины и их определения.

В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |                  |   |
|------------------|---|
| 1. Онтогенез.    | А. Процесс накопления мутаций, провоцирующих возникновение злокачественных опухолей и опухолевых процессов. |
| 2. Морфогенез.   | В. Полный цикл развития живого организма с учетом индивидуальных особенностей.                              |
| 3. Канцерогенез. | С. Процесс изменения и развития структур, появившихся в ходе развития живого организма.                     |

Ответ: 1 — В, 2 — С, 3 — А.

### Задача 2.3.4.3. Метаболизм (15 баллов)

Тема: физиология.

#### Условие

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенного списка.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

**А. Аденозинтрифосфат (АТФ) / Б. Аденозиндифосфат (АДФ) / В. белок** является универсальным носителем **А. наследственной информации / Б. энергии / В. питательных веществ** в клетках и играет ключевую роль в **А. метаболических / Б. кинетических / В. мутационных** процессах.

**А. Аденозинтрифосфат (АТФ) / Б. Аденозиндифосфат (АДФ) / В. белок** является **А. объемной / Б. высокоэнергетической / В. низкоэнергетической** молекулой благодаря **А. эндотермическим / Б. макроэргическим / В. экзотермическим** связям между **А. фосфатными / Б. нитратными / В. водородными** группами. Гидролиз **А. аденозинтрифосфата (АТФ) / Б. аденозиндифосфата (АДФ) / В. белка** до **А. аденозинтрифосфата (АТФ) / Б. аденозиндифосфата (АДФ) / В. белка** и **А. неорганического фосфата / Б. водорода / В. азота** высвобождает значительное количество **А. наследственной информации / Б. энергии / В. питательных веществ**, используемой для проведения различных клеточных процессов, таких как синтез **А. аденозинтрифосфата (АТФ) / Б. аденозиндифосфата (АДФ) / В. белка**, транспорт веществ через клеточные мембраны и механическое движение.

#### Решение

**Аденозинтрифосфат (АТФ) / Аденозиндифосфат (АДФ) / белок** является универсальным носителем наследственной информации / **энергии** / питательных веществ в клетках и играет ключевую роль в **метаболических / кинетических / мутационных** процессах.

**Аденозинтрифосфат (АТФ) / Аденозиндифосфат (АДФ) / белок** является **объемной / высокоэнергетической / низкоэнергетической** молекулой благодаря **эндотермическим / макроэргическим / экзотермическим** связям между **фосфатными / нитратными / водородными** группами. Гидролиз **аденозинтрифосфата (АТФ) / аденозиндифосфата (АДФ) / В. белка** до **аденозинтрифосфата (АТФ) / аденозиндифосфата (АДФ) / белка** и **неорганического фосфата / водорода / азота** высвобождает значительное количество наследственной информации / **энергии** / питательных веществ, используемой для проведения различных клеточных процессов, таких как синтез **аденозинтрифосфата (АТФ) / аденозиндифосфата (АДФ) / белка**, транспорт веществ через клеточные мембраны и механическое движение.

Ответ: АБААББААБАБВ.

### **Задача 2.3.4.4. Расчет клеток (15 баллов)**

Тема: микробиология.

#### **Условие**

Подсчитайте количество одноклеточных в образце воды из лужи, используя камеру Горяева. Для этого выполните следующие шаги:

1. разбавьте пробу воды из лужи физиологическим раствором в соотношении 1 : 100;
2. заполните камеру Горяева разбавленным раствором;
3. подсчитайте количество одноклеточных эукариот в десяти больших квадратах камеры Горяева;
4. рассчитайте концентрацию одноклеточных эукариот в 1 мл воды.

Известно, что объем одного большого квадрата камеры Горяева составляет 0,004 мм<sup>3</sup>. В десяти больших квадратах насчитали 150 одноклеточных эукариот.

#### **Решение**

Количество подсчитанных клеток ( $N$ ) = 150 одноклеточных эукариот.

Разведение образца ( $D$ ) — в 100 раз.

Объем одного большого квадрата камеры Горяева ( $V$ ) = 0,004 мм<sup>3</sup>.

Количество подсчитанных больших квадратов ( $n$ ) = 10. Подставим эти значения в формулу:

$$C = \frac{150 \times 100}{0,004 \times 10} = 375\,000 \text{ клеток/мл.}$$

Таким образом, концентрация одноклеточных эукариот в 1 мл воды составляет 375 000 клеток/мл.

**Ответ:** 375 000.

### **Задача 2.3.4.5. Речь и мозг (12 баллов)**

Тема: физиология человека и животных.

#### **Условие**

Идея о том, что люди используют только 10% своего мозга, является мифом. На самом деле исследования показывают, что мы используем весь мозг, хотя и не все его части активны одновременно. Разные области мозга выполняют различные функции, и их активность зависит от выполняемых задач. Например, одни области отвечают за движение, другие — за восприятие, третьи — за обработку информации и так далее.

Современные методы нейровизуализации, такие как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), по-

казывают, что даже при выполнении простых задач активны большие участки мозга. Наш мозг высокоэффективен и адаптивен, и его функции распределены по различным областям, которые работают совместно.

К примеру, восприятие и производство речи — это сложные процессы, которые задействуют различные области мозга.

Выберите, какие именно части мозга участвуют в восприятии речи и говорении:

1. зона Брока;
2. зона Вернике;
3. гиппокамп;
4. моторная кора;
5. мозжечок;
6. зрительная кора;
7. лобная доля.

**Ответ:** 1, 2, 4, 7.

### **Задача 2.3.4.6. Паразиты и их хозяева (10 баллов)**

Тема: зоология.

#### **Условие**

В апреле 2024 года в журнале JAMA Ophthalmology вышла статья с описанием необычного случая заражения паразитом — врачи извлекли из глаза молодой жительницы Демократической Республики Конго личинку пятиустки *Armillifer grandis* — паразитического ракообразного, которое обычно живет в дыхательных путях змей и других рептилий. Скорее всего, девушка заразилась им при употреблении недостаточно обработанной крокодилятины. При этом паразит рос в ее глазу на протяжении двух лет. Человек не относится к типичным хозяевам пятиусток, но иногда эти паразиты случайно заражают людей.

Пятиустка — не единственный паразит, которого можно встретить в природе. Известно, что паразиты могут иметь основного и промежуточного хозяина, также встречаются паразиты паразитов или сверхпаразиты. В этом задании нужно сопоставить паразитов с их основными хозяевами или симптомами заражения.

<b>Вид паразита</b>	<b>Симптомы/основные хозяева</b>
1. Токсоплазма. ( <i>Toxoplasma gondii</i> )	А. Может использовать кошек в качестве окончательных хозяев, а также инфицирует людей, поражая нервную и лимфатическую системы, глаза, скелетные мышцы, миокард и др.; в подавляющем большинстве случаев болезнь протекает бессимптомно.

- |   |  |
|---|--|
| 2. Малярийный плазмодий. ( <i>Plasmodium falciparum</i> ) | В. Заражает детей, вызывая зуд в перианальной области, яйца передаются через загрязненные руки, продукты питания, реже — через воду.   |
| 3. Эхинококк. ( <i>Echinococcus granulosus</i> )          | С. Вызывает кишечные инфекции у людей и передается через загрязненные источники воды.  |
| 4. Острица. ( <i>Enterobius vermicularis</i> )            | Д. Заболевание сопровождается лихорадкой, ознобами, увеличением размеров селезенки, увеличением размеров печени, анемией; передается через укусы комаров рода <i>Anopheles</i> . |
| 5. Лямблия. ( <i>Giardia lamblia</i> )                    | Е. Заражает домашних животных и людей, образуя кисты в печени и других органах.  |

**Ответ:** 1 — А, 2 — D, 3 — Е, 4 — В, 5 — С.

### **Задача 2.3.4.7. Родительский вклад (12 баллов)**

Тема: зоология.

#### **Условие**

В конце июля 2024 года орнитологи из Австрии и Нидерландов опубликовали статью по результатам наблюдения за парами гнездящихся казарок на Шпицбергене и заметили, что некоторые самцы садились на гнезда, когда самки временно покидали их. Ранее такого поведения среди казарок не наблюдалось — в целом у большинства видов гусеобразных кладку насиживают самки. Ученые предположили, что такое поведение самцов может защищать кладку от хищников, однако вероятность вылупления птенцов в гнездах, где самцы сидели на кладке, и в тех, где они этого не делали, не различалась.

Забота о потомстве в целом является важной частью родительского поведения у многих видов животных. У некоторых видов самцы активно участвуют в воспитании и защите потомства. Какие примеры заботы самцов о потомстве наиболее характерны для различных видов животных?

1. Самцы морских коньков вынашивают яйца в специальной брюшной сумке до их вылупления.
2. Самцы императорских пингвинов высиживают яйца на ногах в течение долгих зимних месяцев, пока самки ищут пищу.
3. Именно серые волки, а не волчицы обеспечивают охрану логова и добывают пищу для щенков.
4. Самцы африканских слонов охраняют стадо и помогают самкам заботиться о детенышах.
5. Самцы японской макаки строят гнезда для своих детенышей на деревьях.
6. Самцы австралийской яканы высиживают яйца и заботятся о потомстве.

**Ответ:** 1, 2, 3, 6.

### **Задача 2.3.4.8. Таурин и старение (9 баллов)**

*Тема: физиология человека и животных.*

#### **Условие**

Группа ученых выяснила, что с возрастом в крови мышей, обезьян и людей значительно снижается уровень таурина. Добавление этой сульфаминокислоты в пищу продлевало здоровую жизнь в экспериментах на круглых червях, мышах и обезьянах, а ее дефицит у людей был связан с маркерами метаболических расстройств и воспаления. Кроме того, таурин положительно влиял на многочисленные признаки старения на клеточном и молекулярном уровне. Отчет о проделанной работе опубликован в журнале Science.

Таурин широко распространен в тканях животных (составляет около 0,1% массы тела человека). Он необходим для правильного развития и работы сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, сетчатки глаза и скелетных мышц. У человека служит условно незаменимым питательным веществом (полностью незаменимым у детей). Известно, что его концентрация в крови коррелирует с некоторыми показателями здоровья кожи, сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем, а также метаболизма глюкозы.

Тем не менее, таурин — это не единственный показатель старения организма. Какие процессы связаны со старением у млекопитающих?

1. Уменьшение длины теломер: каждый раз, когда клетка делится, теломеры на концах хромосом укорачиваются, что в конечном итоге ограничивает число возможных делений клеток.
2. Накопление повреждений и мутаций ДНК: в процессе жизни клетки в ДНК накапливаются повреждения и мутации, которые со временем могут приводить к нарушениям ее функций.
3. Увеличение с возрастом активности митохондрий, что способствует повышению количества АТФ в клетках.
4. Снижение уровня антиоксидантов: снижение способности организма нейтрализовать свободные радикалы может способствовать клеточному старению.
5. Повышение с возрастом регенеративной способности клеток.
6. Увеличение числа стволовых клеток и их эффективности с возрастом.
7. Повышение синтеза коллагена, что приводит к появлению морщин и снижению упругости тканей.

**Ответ:** 1, 2, 4.

### **Задача 2.3.4.9. Исследователь Арктики (5 баллов)**

*Тема: ученые.*

### **Условие**

Этот человек был выдающимся исследователем, океанографом и биологом, чьи открытия существенно расширили знания в области морской биологии и океанографии. Родившись в крестьянской семье в Полтавской губернии, он проявлял способности к науке и исследовательской деятельности с раннего возраста.

Он начал свою научную карьеру с изучения морской флоры и фауны и принимал участие в многочисленных научных экспедициях в Арктику, где его исследования внесли значительный вклад в понимание жизни в экстремальных условиях. Ученый исследовал биологические процессы в Северном Ледовитом океане, изучая распределение и поведение планктона, что имело важное значение для понимания экосистем Арктики.

Одним из наиболее значимых достижений стало открытие глубоководных течений в Северном Ледовитом океане и их влияние на биологические процессы. Его исследования показали, что эти течения играют ключевую роль в распределении питательных веществ и, следовательно, в поддержании жизни в океане. Ученый также изучал ледяные покровы Арктики, их динамику и влияние на морскую биологию в целом. В 1937 году был отправлен на уникальную Полярную станцию на дрейфующем льду «Северный полюс-1», где он и его команда провели важнейшие исследования, включающие наблюдения за климатическими и биологическими процессами в Арктике. Эти исследования позволили получить бесценные данные о полярных экосистемах и климатических изменениях.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Григорьевич Борщов (1833–1878).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 6.

## **2.3.5. Третья волна. Задачи 8–9 класса**

Задачи третьей волны предметного тура по биологии за 8–9 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контеcт: <https://contest.yandex.ru/contest/63556/enter/>.

### **Задача 2.3.5.1. Морфологические особенности растений (9 баллов)**

*Тема: биология растений.*

**Условие**

Морфология растений является важной частью ботаники и позволяет рассмотреть процессы развития растений и их особенности в зависимости от вида и этапа жизненного цикла. Это дает возможность структурировать знания о растениях, выделяя признаки, характерные для определенных видов, либо формируя общие характеристики частей и органов растения.

Выберите элементы, которые характерны для растительной почки:

1. почечная чешуя;
2. зачаточный стебель;
3. конус нарастания;
4. кутикула;
5. эндосфера;
6. жилка.

**Решение**

Для строения растительной почки характерно наличие почечной чешуи, зачаточного стебля и формирующегося конуса нарастания.

**Ответ:** 1, 2, 3.

**Задача 2.3.5.2. Костные ткани (15 баллов)**

Тема: анатомия.

**Условие**

Школьник Иван увлекается ИТ и графическим дизайном. На биологии он долго не мог запомнить строение органов дыхания и их функции. Для того чтобы выучить материал, он решил создать интерактивное пособие с подробным описанием каждого элемента.

Помогите Ивану разобраться с материалами, которые нужно внести в пособие, сопоставив предложенные термины и их описания.

В ответ занесите цифру соответствующего органа в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |            |   |
|------------|---|
| 1. Трахея. | А. Ведет к конечным воздушным мешочкам и играет ключевую роль в доставке воздуха к участкам газообмена. |
| 2. Бронхи. | В. Расположена позади носовой полости и служит переходной зоной для воздуха.                            |
| 3. Легкие. | С. Представляет собой трубчатую структуру, покрытую кольцами хрящей для предотвращения ее спадения.     |



4. Бронхиолы. D. Разветвленная структура, которая ведет от основного дыхательного органа и далее делится на более мелкие проходы.
5. Носоглотка. E. Состоит из множества мелких воздушных мешочков, где происходит газообмен между воздухом и кровью.

**Ответ:** 1 — C, 2 — D, 3 — E, 4 — A, 5 — B.

### **Задача 2.3.5.3. Микромир (20 баллов)**

Тема: микробиология.

#### **Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

Основной таксономической категорией, принятой в биологии, является **А. вид / Б. род / В. отдел**. **А. Виды / Б. порядки / В. семейства** объединяются в **А. отделы / Б. роды / В. семейства**, те — в **А. виды / Б. роды / В. семейства**, они — в **А. порядки / Б. отделы / В. семейства**, далее следуют классы, **А. порядки / Б. отделы / В. семейства** и царства.

В **А. микробиологии / Б. ботанике / В. медицине** существуют и более мелкие таксономические единицы, чем **А. вид / Б. род / В. отдел**: подвид, **А. группа / Б. двойник / В. разновидность**.

Они могут различаться по физиологическим, морфологическим или по антигенным свойствам.

Большое значение в микробиологии имеют такие понятия, как **А. клон / Б. штамм / В. подтип** — чистая культура, полученная из одной клетки, и **А. клон / Б. штамм / В. подтип** — культуры бактерий одного вида, выделенные из различных источников либо из одного источника в разное время или полученные в ходе генетических манипуляций. Разные **А. клоны / Б. штаммы / В. подтипы** одного и того же **А. клона / Б. сорта / В. вида** бактерий могут отличаться друг от друга по целому ряду свойств, например, по чувствительности к антибиотикам, способности к синтезу токсинов, ферментов и др.

#### **Решение**

Основной таксономической категорией, принятой в биологии, является **вид / род / отдел**. **Виды / порядки / семейства** объединяются в **отделы / роды / семейства**, те — в **виды / роды / семейства**, они — в **порядки / отделы / семейства**, далее следуют классы, **порядки / отделы / семейства** и царства.

В **микробиологии / ботанике / медицине** существуют и более мелкие таксономические единицы, чем **вид / род / отдел**: подвид, группа / двойник / **разновидность**.

Они могут различаться по физиологическим, морфологическим или по антигенным свойствам.

Большое значение в микробиологии имеют такие понятия, как **клон** / штамм / подтип — чистая культура, полученная из одной клетки, и клон / **штамм** / подтип — культуры бактерий одного вида, выделенные из различных источников либо из одного источника в разное время или полученные в ходе генетических манипуляций. Разные клоны / **штаммы** / подтипы одного и того же клона / сорта/ **вида** бактерий могут отличаться друг от друга по целому ряду свойств, например, по чувствительности к антибиотикам, способности к синтезу токсинов, ферментов и др.

**Ответ:** ААБВАБААВАББВ.

### **Задача 2.3.5.4. Цепи питания (9 баллов)**

Тема: физиология.

#### **Условие**

В лесной экосистеме обитают следующие организмы:

- дуб;
- гусеницы (питаются листьями дуба);
- жуки (питаются гусеницами);
- птицы (питаются жуками);
- хищные птицы (питаются мелкими птицами).

В начальный момент времени дуб производит 5 000 единиц энергии.

Требуется рассчитать, какая доля первоначальной энергии дуба будет усвоена хищными птицами, если известно, что на каждом трофическом уровне передается 10% энергии. Учитывая, что энергия, усваиваемая дубом за день, составляет 5 000 единиц, рассчитайте, сколько особей хищных птиц может прокормиться в данной экосистеме, если каждая хищная птица потребляет 0,2 единицы энергии в день.

#### **Решение**

Пользуясь правилом 10% рассчитаем получаемое от дуба ежедневно:

$$5\,000 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 5 \text{ единиц.}$$

Пять особей потребляют  $0,2 \cdot 5 = 1$  единицу энергии.

То есть всего может быть 25 особей хищных птиц.

**Ответ:** 25.

### **Задача 2.3.5.5. Вирусы в нашем геноме (9 баллов)**

Тема: эволюция.

**Условие**

Это может показаться невозможным, но формирование отдельных особенностей наших организмов не произошло бы, не случись встройки вирусов в организм наших предков. Миллионы лет назад интеграция вирусных генов привела к появлению новых белков, которые и по сей день играют важные роли в физиологии и биологии организма.

Из списка выберите белки, которые появились у нас благодаря вирусам.

1. Белок миелиновой оболочки аксонов.
2. Белковый гормон инсулин.
3. Белок синтицин, отвечающий за формирование плаценты.
4. Белок Агс, связанный с синаптической пластичностью и памятью.
5. Белок миозин, участвующий в мышечном сокращении.
6. Гемоглобин — белок переносчик кислорода в крови.

**Ответ:** 1, 3, 4.

**Задача 2.3.5.6. Заболевания пшеницы (12 баллов)**

Тема: ботаника.

**Условие**

Пшеница является одной из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, обеспечивающей значительную часть питания для людей. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, ежегодно в мире производится около 750 млн т пшеницы. Однако значительная часть урожая теряется из-за различных заболеваний. Например, из-за фузариоза в некоторых регионах России пропадает до 15% урожая.



Рис. 2.3.1. Зерна пшеницы, пораженные фузариозом

Грибковые болезни пшеницы могут существенно снижать урожайность и качество зерна, что приводит к большим экономическим потерям и уменьшению доступности продовольствия.

Какие из перечисленных ниже заболеваний являются грибковыми болезнями пшеницы, которые способствуют этим потерям? Выберите верные ответы.

1. Бурая ржавчина (*Puccinia recondita*).

2. Желтая карликовость пшеницы (*Barley yellow dwarf virus*).
3. Мучнистая роса (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*).
4. Фузариоз (*Fusarium* spp.).
5. Бактериальная пятнистость листьев (*Xanthomonas campestris* pv. *translucens*).
6. Септориоз (*Septoria tritici*).

**Ответ:** 1, 3, 4, 6.

### **Задача 2.3.5.7. Секвенирование ДНК (9 баллов)**

Тема: генетика.

#### **Условие**

В октябре 2022 года семнадцатилетний Индивер Мадиредди (Indeever Madired-du), учащийся старшей школы из Калифорнии, секвенировал, собрал и аннотировал полный геном обыкновенной скалярии впервые в истории. Моделью для исследования стала аквариумная рыбка Кельвин, погибшая от естественных причин. По словам Мадиредди, таким образом он решил увековечить память о своем питомце и предоставить новую информацию научному сообществу.

Секвенирование ДНК — это процесс определения последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Современные методы секвенирования позволяют быстро и точно расшифровывать генетическую информацию, что имеет огромное значение для медицинских, биологических и агротехнологических исследований.

Какие из следующих утверждений о секвенировании ДНК верны?

1. Секвенирование ДНК позволяет определить точный порядок нуклеотидов в молекуле ДНК.
2. Метод Сэнгера — это метод секвенирования, который используют для прочтения длинных участков ДНК в современной науке.
3. Современные методы секвенирования, такие как секвенирование нового поколения (NGS), позволяют секвенировать большие объемы генетического материала быстро и экономично.
4. Секвенирование ДНК используется только в медицинских исследованиях.
5. Секвенирование ДНК может помочь в идентификации патогенов и разработке целенаправленных методов лечения.
6. Секвенирование ДНК не применяется в сельском хозяйстве.

**Ответ:** 1, 3, 5.

### **Задача 2.3.5.8. Резистентность (12 баллов)**

Тема: микробиология.

**Условие**

В 2019 году резистентность бактерий к антибиотикам стала третьей причиной смертности в мире после ишемических болезней сердца и инсульта. Антибиотикорезистентность — это частный случай устойчивости к противомикробным препаратам, которые обычно уничтожают или подавляют рост бактерий. Резистентность к антибиотикам может развиваться в результате естественного отбора посредством случайных мутаций и/или благодаря воздействию антибиотика. Микроорганизмы способны переносить генетическую информацию устойчивости к антибиотикам путем горизонтального переноса генов. Это явление представляет серьезную угрозу для здоровья, так как устойчивые к антибиотикам инфекции сложнее лечить, и они могут приводить к более тяжелым исходам.

Какие из следующих заболеваний известны своей устойчивостью к антибиотикам?

1. Туберкулез.
2. Гонорея.
3. Малярия.
4. Стафилококковые инфекции.
5. ВИЧ/СПИД.
6. Пневмония.
7. Лептоспироз.
8. Чума.

**Ответ:** 1, 2, 4, 6.

**Задача 2.3.5.9. Нобелевский лауреат из России (5 баллов)**

Тема: ученые.

**Условие**

Этот человек был выдающимся российским ученым, биологом и иммунологом, чьи работы в области микробиологии и иммунологии принесли ему мировую известность и Нобелевскую премию. Одним из крупнейших его достижений стало открытие фагоцитоза — процесса, при котором определенные клетки, названные фагоцитами, поглощают и уничтожают патогенные микроорганизмы и клеточный мусор. Это открытие стало основой для понимания врожденного иммунитета и позволило значительно продвинуться в изучении защитных механизмов организма. Он предположил, что фагоциты играют ключевую роль в борьбе с инфекциями и воспалительными процессами, что было подтверждено последующими исследованиями.

Работая в Институте Пастера в Париже, ученый продолжал свои исследования в области иммунологии и микробиологии, развивая теорию фагоцитоза и изучая механизмы старения и долгожительства. Он считал, что старение является результатом хронической интоксикации организма токсинами, производимыми кишечными бактериями. Для борьбы с этим он предложил употребление кисломолочных продуктов, содержащих лактобактерии, что, по его мнению, могло бы способствовать улучшению здоровья и продлению жизни.

В 1908 году он был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине совместно с Паулем Эрлихом за их работы по иммунологии. Его исследования внесли неоценимый вклад в развитие медицинской науки и заложили основу для современных методов профилактики и лечения инфекционных заболеваний.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Ильич Мечников (1845–1916).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 4.

### 2.3.6. Третья волна. Задачи 10–11 класса

Задачи третьей волны предметного тура по биологии за 10–11 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63552/enter/>.

#### **Задача 2.3.6.1. Морские свинки (10 баллов)**

*Тема: генетика.*

##### **Условие**

В лаборатории генетики живут морские свинки Макс и Мира. Их первое потомство имело равномерно темный окрас, однако в пропорции 1 : 1 произошло распределение на гладкую и розеточную шерсть. При этом известно, что Мира имеет светлую гладкую шерстку. Каков генотип свинок с розеточной шерсткой в первом поколении, если темный оттенок и гладкая шерстка характерны для доминантных генов?

Гены, кодирующие доминантные признаки, обозначаются прописными буквами — *A*, *B*, аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки, обозначаются строчными буквами — *a*, *b*.

Для составления схем скрещивания воспользуйтесь решеткой Пеннета (таблица 2.3.9), где вдоль одной стороны расположены женские гаметы, а вдоль другой — мужские. Внутри таблицы размещают варианты генотипов, получаемых при скрещивании.

Таблица 2.3.9. Решетка Пеннета

♂				
♀				

♂				
♀				

Выберите правильный вариант ответа:

1.  $AaBb$ ;
2.  $aaBB$ ;
3.  $Aabb$ ;
4.  $AABB$ .

### Решение

Темный оттенок и гладкая шерстка — доминантные гены, значит, обозначим их как  $A$  и  $B$ .

Мира имеет светлую гладкую шерстку, то есть  $aaBB$  или  $aaBb$ .

В первом поколении особи единообразны по окрасу, значит, у Макса темная шерстка и генотип  $AA$ . Тогда у всех особей первого поколения генотип  $Aa$  и темная шерстка.

Разделение на розеточную и гладкую шерсть в пропорции  $1 : 1$  говорит о том, что по второй аллели генотип Макса  $bb$ .

Проверим на решетке Пеннета (таблица 2.3.9):

#### Вариант А

Мира —  $aaBB$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.10

$M \times M$	$Ab$
$aB$	$AaBb$

Поклоение единообразно, условию задачи не соответствует.

#### Вариант Б

Мира —  $aaBb$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.11

$M \times M$	$Ab$	
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная

$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная

Распределение верное, условию задачи соответствует.

**Ответ:** 3.

### **Задача 2.3.6.2. Клетки и процессы (12 баллов)**

Тема: микробиология.

#### **Условие**

Живые организмы обладают определенными признаками, отличающими их от объектов неживой природы: дыхания, роста, развития, движения и пр. Для роста и развития организмам необходимы питательные вещества. При этом известно, что все организмы делятся на различные группы по типу и способу получения энергии и питательных веществ.

Пользуясь информацией ниже, сопоставьте термины и их определения. В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. Фотосинтез.  | А. Синтез органических веществ за счет энергии, выделяемой при окислении неорганических соединений.                |
| 2. Хемосинтез.  | В. Процесс, при котором световая энергия используется для синтеза органических молекул из углекислого газа и воды. |
| 3. Автотрофы.   | С. Организмы, получающие органические вещества из других живых существ.  |
| 4. Гетеротрофы. | Д. Организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических.   |

**Ответ:** 1 — В, 2 — А, 3 — С, 4 — Д.

### **Задача 2.3.6.3. Генетические изменения (15 баллов)**

Тема: генетика.

#### **Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенного списка.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».



Популяция является элементарной единицей эволюции, представляя собой совокупность организмов одного вида, обитающих на определенной территории и обладающих общим генофондом. Внутрипопуляционные процессы, такие как мутация, генетический дрейф, миграция и естественный отбор, играют ключевую роль в изменении частот **А. аллелей / Б. зигот / В. гетерозигот** в генофонде популяции, что ведет к эволюционным изменениям. Мутации вносят новые **А. генетические / Б. фенотипические / В. биохимические** вариации, тогда как **А. генетический дрейф / Б. направленный мутагенез / В. селекционный отбор** случайным образом изменяет частоты **А. аллелей / Б. зигот / В. гетерозигот**, особенно в **А. малочисленных / Б. многочисленных / В. нестабильных** популяциях. **А. Миграция / Б. вымирание / В. эволюция (или генетический поток)** обеспечивает обмен **А. генетическим / Б. химическим / продукционным** материалом между популяциями, а естественный отбор способствует **А. выживанию / Б. вымиранию / В. скрещиванию** и размножению организмов с оптимальными **А. фенотипами / Б. генотипами / В. генофондами**. Эволюционные изменения в популяциях могут приводить к **А. миграциям / Б. восстановлениям / В. адаптациям**, способствующим выживанию и размножению в конкретных экологических нишах.

### **Решение**

Популяция является элементарной единицей эволюции, представляя собой совокупность организмов одного вида, обитающих на определенной территории и обладающих общим генофондом. Внутрипопуляционные процессы, такие как мутация, генетический дрейф, миграция и естественный отбор, играют ключевую роль в изменении частот **аллелей / зигот / гетерозигот** в генофонде популяции, что ведет к эволюционным изменениям. Мутации вносят новые **генетические / фенотипические / биохимические** вариации, тогда как **генетический дрейф / направленный мутагенез / селекционный отбор** случайным образом изменяет частоты **аллелей / зигот / гетерозигот**, особенно в **малочисленных / многочисленных / нестабильных** популяциях. **Миграция / вымирание / эволюция (или генетический поток)** обеспечивает обмен **генетическим / химическим / продукционным** материалом между популяциями, а естественный отбор способствует **выживанию / вымиранию / скрещиванию** и размножению организмов с оптимальными **фенотипами / генотипами / генофондами**. Эволюционные изменения в популяциях могут приводить к **миграциям / восстановлениям / адаптациям**, способствующим выживанию и размножению в конкретных экологических нишах.

**Ответ:** ААААААААВ.

### **Задача 2.3.6.4. Расчет клеток (12 баллов)**

*Тема:* микробиология.

### **Условие**

Подсчитайте концентрацию клеток хлореллы в пробе из фотобиореактора, используя камеру Горяева. Для этого выполните следующие шаги:

1. разбавьте пробу из фотобиореактора физиологическим раствором в соотношении 1 : 50;
2. заполните камеру Горяева разбавленным раствором;
3. подсчитайте количество клеток хлореллы в 16 больших квадратах камеры Горяева;
4. рассчитайте концентрацию клеток хлореллы в 1 мл пробы.

Известно, что объем одного большого квадрата камеры Горяева составляет 0,004 мм<sup>3</sup>. В 16 больших квадратах насчитали 480 клеток хлореллы.

В ответ занесите концентрацию в клетках на 1 мл.

### **Решение**

Количество подсчитанных клеток ( $N$ ) = 480 клеток.

Разведение образца ( $D$ ) — в 50 раз.

Объем одного большого квадрата камеры Горяева ( $V$ ) = 0,004 мм<sup>3</sup>.

Количество подсчитанных больших квадратов ( $n$ ) = 16. Подставим эти значения в формулу:

$$C = \frac{480 \times 50}{0,004 \times 16} = 375\,000 \text{ клеток/мл.}$$

Таким образом, концентрация клеток хлореллы в 1 мл пробы составляет 375 000 клеток/мл.

**Ответ:** 375 000.

### **Задача 2.3.6.5. Висит на потолке (12 баллов)**

Тема: зоология.

#### **Условие**

Датская компания OnRobo представила захватное устройство Геско для промышленных роботов, которое использует силы Ван-дер-Ваальса для удержания плоских объектов.

Как правило, современные промышленные роботы для захвата плоских объектов применяют различные пневматические захватные устройства, однако такой подход требует наличия пневматической системы и компрессора, что усложняет и удорожает конструкцию робота. Кроме того, присоски могут повредить хрупкий объект или оставить следы на полированной поверхности.

Очевидно, название устройства созвучно со словом «геккон» по той причине, что такую систему удержания на поверхности обнаружили именно у гекконов. Многие животные обладают удивительной способностью удерживаться на вертикальных поверхностях, что позволяет им лазить по стенам, деревьям и даже потолкам. Какие механизмы помогают разным животным удерживаться на вертикальных поверхностях?

1. Использование острых когтей для сцепления с поверхностями, как у некоторых хищных животных.
2. Наличие на лапках микроскопических волосков, создающих силы Ван-дер-Ваальса.
3. Присасывание к поверхностям с помощью присосок, как у некоторых видов лягушек и осьминогов.
4. Использование электростатических сил для удержания на поверхностях.
5. Выделение клейких веществ, которые помогают прилипнуть к поверхностям, как у некоторых насекомых.
6. Использование аэродинамических сил для удержания на поверхности.
7. Изменение давления в конечностях для лучшего сцепления с поверхностью.

**Ответ:** 1, 2, 3, 5.

### **Задача 2.3.6.6. Антибиотики (10 баллов)**

*Тема: микробиология.*

#### **Условие**

Еще в 2019 году экологи обнаружили в речной воде по всему миру антибиотики и другие лекарственные препараты. Самые высокие концентрации лекарственных веществ оказались в пакистанских реках — в реке Рави ученые обнаружили смесь из семи антибиотиков с суммарной концентрацией свыше три миллиграммов на литр.

В настоящее время все больше патогенных микроорганизмов вырабатывает устойчивость к антибиотикам. И это становится серьезной проблемой, так как для лечения некоторых патогенов уже не существует лекарственных препаратов. Бактерии заимствуют гены резистентности к антибиотикам из разных источников, в том числе у микроорганизмов из окружающей среды, например, населяющих почву или воду.

Сопоставьте антибиотики с их основными механизмами действия.

В ответ занесите цифру соответствующего наименования антибиотика в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1. Пенициллин.     | А. Ингибирует синтез пептидогликана, что ослабляет клеточную стенку. |
| 2. Тетрациклин.    | В. Ингибирует синтез белка, блокируя движение рибосомы вдоль мРНК.   |
| 3. Ципрофлоксацин. | С. Нарушает синтез клеточной стенки бактерий.                        |
| 4. Эритромицин.    | Д. Ингибирует синтез белка, связываясь с рибосомой.                  |
| 5. Ванкомицин.     | Е. Блокирует ДНК-гиразу, нарушая репликацию ДНК.                     |

**Ответ:** 1 — С, 2 — D, 3 — E, 4 — B, 5 — A.

### Задача 2.3.6.7. Паразиты (12 баллов)

Тема: ботаника.

#### Условие

Ботаники в 2024 году обнаружили в джунглях Малайского полуострова новый вид тисмий — бесхлорофильных травянистых растений, которые паразитируют на грибах. Он получил название *Thismia malayana*.

К роду тисмий (*Thismia*) относятся около 100 видов микогетеротрофных растений, которые распространены в тропических и субтропических лесах Азии, Австралии с Океанией и Америки. Они утратили способность к фотосинтезу и всю необходимую энергию получают, паразитируя на грибнице. Из-за столь необычного образа жизни тисмий и сами стали больше похожими на грибы, чем на растения: у них нет хлорофилла, стебли короткие и неразветвленные, а листья редуцированы до чешуек. Большая часть жизненного цикла тисмий проходит под землей. Лишь на несколько недель в году они выпускают надземные побеги с мелкими причудливыми цветками, за форму которых эти растения иногда называют «волшебными фонариками».

Растения-паразиты обладают уникальными адаптациями, позволяющими им выживать и размножаться за счет других растений. Они получают питательные вещества и воду из своих хозяев с помощью специализированных структур.

Какие из перечисленных относятся к растениям-паразитам?

1. Омела белая: использует специальные структуры, называемые гаустория, для проникновения в ткани хозяина и извлечения питательных веществ.
2. Повилика: не содержит хлорофилла и полностью зависит от своего хозяина для получения необходимых питательных веществ.
3. Раффлезия: известна своими крупными цветами и паразитирует на корнях деревьев, используя их как источник воды и питательных веществ.
4. Ряска: растение, которое не может фотосинтезировать и зависит от других растений.
5. Заразиха: паразитирует на корнях бобовых растений, не имея способности к фотосинтезу.
6. Плющ обыкновенный: это паразит, который использует другие растения для опоры и фотосинтеза.

**Ответ:** 1, 2, 3, 5.

### Задача 2.3.6.8. Аллергия (12 баллов)

Тема: физиология человека и животных.

#### Условие

В 2020 году американские врачи описали редкий случай анафилактического шока при аллергии на холод: их пациент, мужчина 34 лет, вышел из душа и упал в обморок, а его кожа покрылась сыпью. Мужчину с учащенным дыханием доставили

в отделение неотложной помощи: там ему ввели адреналин и антигистамин, а также провели стандартный тест на аллергию на холод, который оказался положительным.

Какие механизмы участвуют в развитии аллергической реакции у человека?

1. Выработка иммуноглобулина Е (IgE).
2. Дегрануляция тучных клеток.
3. Активация клеток иммунной памяти.
4. Активная выработка инсулина.
5. Образование терминального комплекса комплемента.
6. Выработка интерлейкина-4 (IL-4).
7. Гиперчувствительность замедленного типа.

**Ответ:** 1, 2, 3, 6.

### ***Задача 2.3.6.9. Нобелевский лауреат из России (5 баллов)***

*Тема: ученые.*

Этот человек был выдающимся российским ученым, биологом и иммунологом, чьи работы в области микробиологии и иммунологии принесли ему мировую известность и Нобелевскую премию. Одним из крупнейших его достижений стало открытие фагоцитоза — процесса, при котором определенные клетки, названные фагоцитами, поглощают и уничтожают патогенные микроорганизмы и клеточный мусор. Это открытие стало основой для понимания врожденного иммунитета и позволило значительно продвинуться в изучении защитных механизмов организма. Он предположил, что фагоциты играют ключевую роль в борьбе с инфекциями и воспалительными процессами, что было подтверждено последующими исследованиями.

Работая в Институте Пастера в Париже, ученый продолжал свои исследования в области иммунологии и микробиологии, развивая теорию фагоцитоза и изучая механизмы старения и долгожительства. Он считал, что старение является результатом хронической интоксикации организма токсинами, производимыми кишечными бактериями. Для борьбы с этим он предложил употребление кисломолочных продуктов, содержащих лактобактерии, что, по его мнению, могло бы способствовать улучшению здоровья и продлению жизни.

В 1908 году он был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине совместно с Паулем Эрлихом за их работы по иммунологии. Его исследования внесли неоценимый вклад в развитие медицинской науки и заложили основу для современных методов профилактики и лечения инфекционных заболеваний.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Ильич Мечников (1845–1916).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Петр Петрович Ширшов (1905–1953).

**Ответ:** 4.

## 2.3.7. Четвертая волна. Задачи 8–9 класса

Задачи четвертой волны предметного тура по биологии за 8–9 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contests.yandex.ru/contest/63557/enter/>.

### Задача 2.3.7.1. Одноклеточные эукариоты (12 баллов)

Тема: микробиология.

#### Условие

В природной среде существуют одноклеточные живые организмы, обитающие буквально повсюду, за исключением воздуха. Они имеют сложную внутреннюю структуру и значительно отличаются друг от друга по строению.

Выберите элементы, характерные для амёбы:

1. псевдоподии;
2. цитоплазма;
3. паренхима;
4. ядро;
5. сократительная вакуоль;
6. флоэма;
7. кутикула;
8. ретикулум.

#### Решение



Рис. 2.3.2

Для строения амёбы характерны такие элементы, как псевдоподии, ядро, цитоплазма и сократительная вакуоль. По последним данным также у амёб встречается ретикулум.

**Ответ:** 1, 2, 4, 5, 8.

### **Задача 2.3.7.2. Кровяные тельца (12 баллов)**

Тема: физиология.

#### **Условие**

Школьник Иван увлекается ИТ и графическим дизайном. Его друг Денис долго не мог запомнить, чем отличаются друг от друга форменные элементы крови и каковы их функции. Для того чтобы помочь другу выучить материал, он решил создать интерактивное пособие с подробным описанием каждого элемента.

Помогите Ивану разобраться с материалами, которые нужно внести в пособие, сопоставив предложенные термины и их описания.

В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. Эритроциты. | А. Участвуют в процессе свертывания крови.  |
| 2. Лейкоциты.  | В. Играют ключевую роль в адаптивном иммунитете, распознавая и уничтожая специфические патогены.  |
| 3. Тромбоциты. | С. Не имеют ядра и содержат гемоглобин.   |
| 4. Лимфоциты.  | Д. Являются частью иммунной системы и защищают организм от инфекций, причем могут быть подразделены на несколько типов с разными функциями. |

**Ответ:** 1 — С, 2 — D, 3 — А, 4 — В.

### **Задача 2.3.7.3. Физиология человека (20 баллов)**

Тема: физиология человека.

#### **Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенных. В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

Физиология **А. нервной / Б. пищеварительной / В. опорной** системы человека включает сложный процесс **А. ферментативного гидролиза / Б. термического разложения / В. биосинтеза** питательных веществ, который начинается в **А. ротовой полости / Б. трахее / В. желудке** и продолжается в **А. трахее / Б. желудке / В. кишечнике**. Пищеварительные ферменты, или **А. коэнзимы / Б. энзимы / В. гормоны**, играют ключевую роль в этом процессе, **А. ингибируя / Б.**

катализируя / **В. иницируя** разложение сложных органических молекул до более **А. натуральных / Б. простых / В. активных** и усваиваемых форм.

В **А. ротовой полости / Б. трахее / В. желудке** активируется фермент **А. амилаза / Б. пепсин / В. трипсин**, производимый **А. щитовидными / Б. молочными / В. слюнными** железами, который начинает расщепление **А. белков / Б. углерода / В. полисахаридов**, таких как крахмал. В **А. ротовой полости / Б. трахее / В. желудке** основным пищеварительным ферментом является **А. амилаза / Б. пепсин / В. трипсин**, который синтезируется главными клетками желудка и активируется под действием **А. соляной кислоты / Б. серной кислоты / В. теплой воды**, секретируемой париетальными клетками. **А. Амилаза / Б. пепсин / В. трипсин** **А. ингибирует / Б. катализирует / В. иницирует** гидролиз пептидных связей в **А. белках / Б. углеводе / В. полисахаридах**, превращая их в более короткие полипептиды.

### **Решение**

Физиология нервной / **пищеварительной** / опорной системы человека включает сложный процесс **ферментативного гидролиза** / термического разложения / биосинтеза питательных веществ, который начинается в **ротовой полости** / трахее / желудке и продолжается в трахее / **желудке** / кишечнике. Пищеварительные ферменты, или коэнзимы / **энзимы** / гормоны, играют ключевую роль в этом процессе, ингибируя / **катализируя** / иницируя разложение сложных органических молекул до более натуральных / **простых** / активных и усваиваемых форм.

В **ротовой полости** / трахее / желудке активируется фермент **амилаза** / пепсин / трипсин, производимый щитовидными / молочными / **слюнными** железами, который начинает расщепление белков / углерода / **полисахаридов**, таких как крахмал. В ротовой полости / трахее / **желудке** основным пищеварительным ферментом является амилаза / **пепсин** / трипсин, который синтезируется главными клетками желудка и активируется под действием **соляной кислоты** / серной кислоты / теплой воды, секретируемой париетальными клетками. Амилаза / **пепсин** / трипсин ингибирует / **катализирует** / иницирует гидролиз пептидных связей в **белках** / углеводе / полисахаридах, превращая их в более короткие полипептиды.

**Ответ:** БААББББААВВВБАББА.

### **Задача 2.3.7.4. Цепи питания (11 баллов)**

*Темы: физиология, биология растений.*

#### **Условие**

В экосистеме озера обитают следующие организмы:

- фитопланктон (водоросли);
- зоопланктон (мелкие ракообразные, питается фитопланктоном);
- мелкая рыба (питается зоопланктоном);
- хищная рыба (питается мелкой рыбой);
- водные птицы (питаются хищной рыбой).



Вычислите, сколько килограммов зоопланктона необходимо для прироста биомассы чаек на 90 кг.

### Решение

Пользуясь правилом 10%, рассчитаем массу зоопланктона. Для этого конечную массу чаек разделим на 0,1, получив 10% прироста исходной биомассы на каждом уровне перехода в цепи питания.

$$\frac{90}{0,001} = 90\,000 \text{ кг.}$$

**Ответ:** 90 000.

### Задача 2.3.7.5. Борьба с паразитами (12 баллов)

Тема: зоология.

#### Условие

Наверняка вы слышали о кислородных коктейлях. Газированная кислородом вода позволяет легко справиться с аскаридами (*Ascaris lumbricoides*), если они живут в кишечнике, так как аскариды — анаэробы и при появлении в кишечнике кислорода — погибают. Легкий способ избавиться от паразита, не правда ли?

Птицам недоступны кислородные коктейли, но паразиты их окружают постоянно. Как они с ними справляются? Выберите верный ответ.

1. Попугаи норфолкские какарики (*Cyanoramphus cookii*) натирают свое оперение пережеванными побегами и кусочками коры дерева кауакауа — одного из видов перца. Эти вещества содержат компоненты, отпугивающие паразитов.
2. Самцы дроф (*Otis tarda*) в брачный период чаще обычного поедают растения, такие как мак-самосейка (*Papaver rhoeas*) и синяк подорожниковый, которые содержат алкалоиды, помогающие бороться с паразитами.
3. Рыжие воробьи (*Passer cinnamomeus*) приносят в свои гнезда свежие веточки полыни Верлютов, что помогает уменьшить количество паразитов благодаря содержащимся в полыни веществам.
4. Мексиканские чечевицы (*Carpodacus mexicanus*) используют в своих гнездах сигаретные окурки, поскольку никотин и другие химические вещества действуют как репелленты против паразитов.
5. Гималайские моналы натирают свои перья листьями женьшеня, что способствует защите от паразитов благодаря его иммуномодулирующим свойствам.
6. Белохвостые орлы вьют гнезда из веточек эвкалипта, чтобы отпугивать паразитов эфирными маслами, содержащимися в листьях.

**Ответ:** 1, 2, 3, 4.

### **Задача 2.3.7.6. Трисомия (12 баллов)**

Тема: генетика.

#### **Условие**

В растительном мире экологический успех разных видов часто обусловлен появлением полиплоидных форм — то есть когда количество хромосом увеличивается в кратное количество раз. В целом около 70% растений полиплоидны.

Для подавляющего большинства животных увеличение количества хромосом может приводить к различным аномалиям, к примеру, трисомии у человека — это генетические нарушения, при которых человек имеет три копии определенной хромосомы вместо нормальных двух. Трисомии являются результатом ошибок в делении клеток и могут затрагивать разные хромосомы.

Какие из следующих утверждений о трисомиях у человека верны?

1. Трисомия 21 вызывает синдром Дауна.
2. Трисомия 18 вызывает синдром Эдвардса.
3. Трисомия 13 вызывает синдром Патау.
4. Трисомия 22 вызывает синдром Клайнфельтера.
5. Трисомия 16 несовместима с жизнью и обычно приводит к спонтанному выкидышу.
6. Трисомии всегда приводят к тяжелым физическим и умственным нарушениям.
7. Трисомия 9 вызывает синдром Клайнфельтера.

**Ответ:** 1, 2, 3, 5.

### **Задача 2.3.7.7. Заболевание бешенством (10 баллов)**

Тема: вирусология.

#### **Условие**

Начиная с 2021 года в ЮАР морские котики все чаще нападают на людей и кусают их. Оказалось, что в популяции этих ушастых тюленей распространилось бешенство. Это первая масштабная вспышка бешенства, зафиксированная среди ластиногих.

Бешенство — это смертельное вирусное заболевание, которое поражает центральную нервную систему животных и человека. Вирус бешенства передается через слюну зараженного животного, обычно через укусы. Несмотря на существование эффективных вакцин и профилактических мер, бешенство остается серьезной проблемой в некоторых регионах мира.

Выберите все верные характеристики вируса бешенства.

1. Бешенство передается человеку только через укусы зараженных животных.
2. Вирус бешенства поражает центральную нервную систему.
3. Существует эффективная вакцина против бешенства.

4. Инкубационный период бешенства может варьироваться от нескольких дней до нескольких лет.
5. Бешенство всегда приводит к смерти, если симптомы уже проявились и лечение не начато своевременно.
6. Бешенство можно излечить, если начать лечение через две недели после появления симптомов.
7. Вакцинация животных и людей помогает предотвратить распространение бешенства.

**Ответ:** 2, 3, 4, 5, 7.

### ***Задача 2.3.7.8. Диабет и похудение (8 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

#### ***Условие***

Нашумевший препарат семаглутид от Novo Nordisk показал хорошие результаты в борьбе с сахарным диабетом второго типа, который характеризуется повышенным содержанием глюкозы в крови и нарушением взаимодействия инсулина с клетками — в этом случае глюкоза просто не может попасть в клетки из крови, и они остаются «голодными» несмотря на поступление пищи в организм. Семаглутид же не только повышает уровень инсулина в крови, но и повышает сродство клеток тканей к инсулину.

В 2017 году семаглутид одобрили и выпустили как антидиабетическое средство под торговой маркой «Оземпик», и шум вокруг препарата связан с тем, что он позволил потерять 15% массы за 20 недель клинических исследований, и теперь его практически невозможно найти в аптеках при стоимости около \$1 000 за месячный курс.

Выберите, с какими эффектами «Оземпика» связана потеря массы у исследуемых:

1. снижение аппетита из-за действия препарата на пищевые центры гипоталамуса;
2. снижение скорости миграции пищи из желудка в кишечник;
3. снижение уровня глюкозы в крови после приема пищи;
4. снижение чувствительности тканей к инсулину;
5. усиление метаболизма жиров, что приводит к их быстрому сжиганию в организме.

**Ответ:** 1, 2.

### ***Задача 2.3.7.9. Вакцина против чумы (5 баллов)***

*Тема: ученые.*

**Условие**

Этот человек был выдающимся микробиологом и эпидемиологом, внесшим значительный вклад в борьбу с инфекционными заболеваниями. Одним из наиболее значительных его достижений стала разработка первой эффективной вакцины против чумы.

В 1893 году он начал свою работу в Париже в Пастеровском институте, где под руководством Мечникова и Луи Пастера изучал микробиологию и иммунологию.

В 1896 году ученый был приглашен в Индию для борьбы с эпидемией чумы. Он создал и успешно испытал вакцину против чумы, что позволило спасти тысячи жизней. Его метод вакцинации получил широкое признание и стал важным инструментом в борьбе с эпидемиями.

Кроме того, он разработал вакцину против холеры, которую также испытал в условиях эпидемии в Индии. Эта вакцина оказалась эффективной и внесла значительный вклад в снижение смертности от этого опасного заболевания. Благодаря его усилиям, смертность от холеры и чумы существенно сократилась, что сделало его имя известным во всем мире.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Ильич Мечников (1845–1916).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Аркадий Аронович Хавкин (1860–1930).

**Ответ:** 6.

### **2.3.8. Четвертая волна. Задачи 10–11 класса**

Задачи четвертой волны предметного тура по биологии за 10–11 открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63553/enter/>.

#### **Задача 2.3.8.1. Морские свинки (10 баллов)**

*Тема: генетика.*

**Условие**

В лаборатории генетики живут морские свинки Макс и Мира. Их первое потомство имело равномерно темный окрас, однако в пропорции 1 : 1 произошло распределение на гладкую и розеточную шерсть. При этом известно, что Мира имеет светлую гладкую шерстку. Каков генотип свинок с гладкой шерсткой, полученных в первом поколении, если темный оттенок и гладкая шерстка характерны для доминантных генов?

Гены, кодирующие доминантные признаки, обозначаются прописными буквами —  $A$ ,  $B$ , аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки, обозначаются строчными буквами —  $a$ ,  $b$ .

Для составления схем скрещивания воспользуйтесь решеткой Пеннета (таблица 2.3.12), где вдоль одной стороны расположены женские гаметы, а вдоль другой — мужские. Внутри таблицы размещают варианты генотипов, получаемых при скрещивании.

Таблица 2.3.12. Решетка Пеннета

♂				
♀				

Выберите правильный вариант ответа:

1.  $AaBb$ ;
2.  $aaBB$ ;
3.  $AAbb$ ;
4.  $AABB$ .

### Решение

Темный оттенок и гладкая шерстка — доминантные гены, значит, обозначим их как  $A$  и  $B$ .

Мира имеет светлую гладкую шерстку, то есть  $aaBB$  или  $aaBb$ .

В первом поколении особи единообразны по окрасу, значит, у Макса темная шерстка и генотип  $AA$ . Тогда у всех особей первого поколения генотип  $Aa$  и темная шерстка.

Разделение на розеточную и гладкую шерсть в пропорции  $1 : 1$  говорит о том, что по второй аллели генотип Макса  $bb$ .

Проверим на решетке Пеннета (таблица 2.3.12):

#### Вариант А

Мира —  $aaBB$ .

Макс —  $AAbb$ .

$M \times M$	$Ab$
$aB$	$AaBb$

Поклоение единообразно, условию задачи не соответствует.

#### Вариант Б

Мира —  $aaBb$ .

Макс —  $AAbb$ .

Таблица 2.3.13

$M \times M$	$Ab$	
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная
$aB$	$AaBb$	Темная, гладкая
$ab$	$Aabb$	Темная, розеточная

Распределение верное, условию задачи соответствует.

**Ответ:** 1.

### **Задача 2.3.8.2. Термины (12 баллов)**

Тема: генетика.

#### **Условие**

Генетика — это наука, которая исследует основные принципы наследования и изменчивости живых организмов. Процессы сохранения и передачи признаков многообразны, и для их описания используется специфичная терминология.

Пользуясь информацией ниже, сопоставьте термины и их определения.

В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |               |   |
|---------------|---|
| 1. Аллель.    | А. Структура, состоящая из длинной молекулы ДНК и белков, содержащая генетическую информацию организма. |
| 2. Лocus.     | В. Генетическое состояние, характеризующееся наличием трех копий одной хромосомы вместо обычных двух.   |
| 3. Хромосома. | С. Различные формы одного и того же гена, находящиеся в одинаковых участках гомологичных хромосом.      |
| 4. Трисомия.  | Д. Конкретное местоположение гена или другого значимого участка на хромосоме.                           |

**Ответ:** 1 — С, 2 — D, 3 — А, 4 — В.

### **Задача 2.3.8.3. Взаимодействие (15 баллов)**

Тема: ботаника.

#### **Условие**

Прочитайте текст и выберите верный термин из предложенного списка.

В ответ занесите буквы выбранных терминов в порядке от начала текста к концу без пробелов и запятых, например, «АБВАБВАБВВ».

Водоросли — группа организмов, имеющих ряд специфичных признаков, наиболее общим из которых является наличие такого вещества, как **А. хлорофилл** / **Б. каротин** / **В. полимер** и фотоавтотрофного питания. У многоклеточных водорослей отсутствие четкой дифференцировки тела на органы и явно выраженной проводящей системы. Тело водоросли называют **А. слоевищем** / **Б. корневищем** / **В. эпиблемой** или талломом. Обитают водоросли чаще всего в **А. воздушной среде** / **Б. в водной среде** / **В. стерильной среде**, но встречаются и в почве, а также могут находиться **А. на различных поверхностях** / **Б. нижних поверхностях** / **В. боковых поверхностях** во влажных местах. Размеры водорослей колеблются от долей микрона до 30–50 **А. сантиметров** / **Б. миллиметров** / **В. метров**. Самыми крупными размерами может достигать **А. ламинария** / **Б. саргассум** / **В. хлорелла**. Таллом водорослей может быть одноклеточным, либо многоклеточным. Среди одноклеточных водорослей есть **А. симбионты** / **Б. колониальные формы** / **В. кораллы**, например, когда клетки отдельных водорослей обитают в общей **А. слизи** / **Б. луже** / **В. форме**.

### **Решение**

Водоросли — группа организмов, имеющих ряд специфичных признаков, наиболее общим из которых является наличие такого вещества, как **хлорофилл** / **каротин** / **полимер** и фотоавтотрофного питания. У многоклеточных водорослей отсутствие четкой дифференцировки тела на органы и явно выраженной проводящей системы. Тело водоросли называют **слоевищем** / **корневищем** / **эпиблемой** или талломом. Обитают водоросли чаще всего в **воздушной среде** / **водной среде** / **стерильной среде**, но встречаются и в почве, а также могут находиться на **различных поверхностях** / **нижних поверхностях** / **боковых поверхностях** во влажных местах. Размеры водорослей колеблются от долей микрона до 30–50 **сантиметров** / **миллиметров** / **метров**. Самыми крупными размерами может достигать **ламинария** / **саргассум** / **хлорелла**. Таллом водорослей может быть одноклеточным, либо многоклеточным. Среди одноклеточных водорослей есть **симбионты** / **колониальные формы** / **кораллы**, например, когда клетки отдельных водорослей обитают в общей **слизи** / **луже** / **форме**.

**Ответ:** ААБАВББА.

### **Задача 2.3.8.4. Расчет клеток (15 баллов)**

*Тема:* микробиология.

### **Условие**

Подсчитайте скорость роста микроорганизмов в чашке Петри. Для этого выполнены следующие шаги.

1. Микроорганизмы засеяны в чашку Петри и инкубированы при оптимальных условиях.

2. Измерена площадь колоний микроорганизмов через два, четыре и шесть часов.
3. Определите скорость роста колонии, используя данные измерений. Ответ дайте в квадратных миллиметрах в час ( $\text{мм}^2/\text{ч}$ ).

Исходные данные.

- Начальная площадь колониеобразующей единицы (клетки):  $S_0 = 1 \text{ мм}^2$ .
- Площадь колонии через четыре часа:  $S_4 = 16 \text{ мм}^2$ .
- Площадь колонии через шесть часов:  $S_6 = 64 \text{ мм}^2$ .

### **Решение**

Начальная площадь колонии  $S_0 = 1 \text{ мм}^2$ .

Конечная площадь колонии  $S_6 = 64 \text{ мм}^2$ .

Начальное время  $t_0 = 0 \text{ ч}$ .

Конечное время  $t_6 = 6 \text{ ч}$ .

Рассчитаем скорость роста колонии:

$$V = \frac{S_6 - S_0}{t_6 - t_0} = \frac{64 - 1}{6 - 0} = 10,5 \text{ мм}^2/\text{ч}.$$

Таким образом, средняя скорость роста колонии микроорганизмов составляет  $10,5 \text{ мм}^2/\text{ч}$ .

**Ответ:**  $10,5 \text{ мм}^2/\text{ч}$ .

### **Задача 2.3.8.5. Дифференцировка клеток (10 баллов)**

Тема: эмбриология.

#### **Условие**

В эмбриональном развитии происходит клеточная дифференцировка — это процесс, в результате которого эмбриональные стволовые клетки приобретают специализированные функции. Дифференцировка меняет функцию клетки, ее размер, форму и метаболическую активность. Дифференцированные клетки уже не могут вернуться назад к состоянию эмбриональных, но ученые смогли повернуть процесс дифференцировки вспять и создать из дифференцированных клеток стволовые.

В 2019 году сотрудники Осацкого университета впервые в мире провели пересадку человеку роговицы, основу которой составили потомки индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК), а не биоматериал доноров. Результаты были опубликованы в журнале Nature.

Первым человеком-реципиентом такой роговицы стала гражданка Японии в возрасте около 40 лет. Она страдала от ретикулярной дисгенезии роговичного эпителия, то есть клетки эпителия не обновлялись должным образом и поэтому не могли обеспечить достаточную прозрачность роговицы.



Выберите, какие из следующих механизмов важны для клеточной дифференцировки?

1. Контроль экспрессии генов через активацию и подавление определенных генов.
2. Модификации ДНК, влияющая на доступность генов для транскрипции.
3. Системы передачи сигналов между клетками, которые определяют направление и тип дифференцировки.
4. Регуляция процесса деления клеток для создания большего количества клеток.
5. Коммуникация между клетками через прямой контакт и сигнальные молекулы.
6. Возбуждение нейронов для координации действий между клетками.
7. Контроль времени и места, где происходит дифференцировка клеток.

**Ответ:** 1, 2, 3, 5, 7.

### ***Задача 2.3.8.6. Части нервной системы (12 баллов)***

*Тема: физиология человека и животных.*

#### ***Условие***

Поражения нервной системы стали лидерами среди причин нетрудоспособности во всем мире. Глобальное исследование бремени болезней показало, что группу из 37 заболеваний, поражающих нервную систему, можно признать ведущей в 2021 году. От этих заболеваний пострадали 3,4 млрд человек во всем мире, или 43,1% населения планеты. Результаты анализа опубликованы в The Lancet Neurology.

Ниже даны разные части нервной системы, их функции и характеристики, сопоставьте их.

В ответ занесите цифру соответствующего термина в порядке возрастания и соответствующую описанию букву в формате 1 — А, 2 — В, 3 — С.

- |   |  |
|---|--|
| 1. Центральная нервная система (ЦНС).         | А. Регулирует произвольные функции организма, такие как сердцебиение и пищеварение.    |
| 2. Периферическая нервная система (ПНС).      | В. Отдел, ответственный за состояние покоя и восстановления.                           |
| 3. Соматическая нервная система.              | С. Состоит из головного и спинного мозга и обрабатывает информацию, поступающую извне. |
| 4. Автономная нервная система (вегетативная). | Д. Контролирует произвольные движения и передачу сенсорной информации.                 |
| 5. Симпатическая нервная система.             | Е. Включает нервы, связывающие ЦНС с остальной частью тела.                            |
| 6. Парасимпатическая нервная система.         | Ф. Отдел, активирующий реакцию «бей или беги».   |

**Ответ:** 1 — С, 2 — Е, 3 — D, 4 — А, 5 — F, 6 — В.

### **Задача 2.3.8.7. Пищеварение (12 баллов)**

*Тема: физиология человека и животных.*

#### **Условие**

В 2016 году в Nature вышла статья о том, что элементарные операции по измельчению и отбиванию сырого мяса и грубой растительной пищи делают их легко усваиваемыми. Соответственно, приготовление пищи позволило нашим предкам обходиться небольшими зубами и челюстями, уменьшенной пищеварительной системой, при этом получая из пищи больше питательных веществ. Это привело к глубоким изменениям нашей анатомии, развитию речевого аппарата и головного мозга.

Тем не менее пищеварение — это сложный процесс, включающий как физическое, так и химическое преобразование пищи для усвоения питательных веществ организмом.

Какие процессы играют ключевую роль в пищеварении?

1. Гидролиз макромолекул: расщепление сложных молекул, таких как белки, углеводы и жиры, на более простые компоненты при участии специальных ферментов и воды.
2. Денатурация белков: процесс изменения структуры белков под действием кислоты в желудке, что делает их более доступными для ферментативного расщепления.
3. Фосфорилирование глюкозы: присоединение фосфатной группы к глюкозе в клетках для активации процессов гликолиза.
4. Эмульгация жиров: действие желчных кислот, которые разбивают жиры на мелкие капли, что увеличивает их доступность для липаз.
5. Биосинтез аминокислот: синтез аминокислот из простых молекул в процессе анаболизма.
6. Секреция соляной кислоты: выделение кислоты в желудке для поддержания кислотной среды, необходимой для активации пепсина.

**Ответ:** 1, 2, 4, 6.

### **Задача 2.3.8.8. Альцгеймер и Паркинсон (12 баллов)**

*Тема: физиология человека и животных.*

#### **Условие**

Крупное 17-летнее исследование с участием 62 млн пожилых людей, проведенное в США, показало, что жизнь в районе с большим количеством зелени в пожилом возрасте связана с меньшим числом первых госпитализаций по поводу болезни Паркинсона, болезни Альцгеймера и связанных с ней деменций. Результаты работы опубликованы в JAMA Network Open в 2022 году.

Какие факторы могут способствовать развитию нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и болезнь Паркинсона?

1. Накопление бета-амилоидных бляшек в мозге.
2. Дефицит дофамина в базальных ганглиях.
3. Высокий уровень физической активности.
4. Генетическая предрасположенность.
5. Сниженный уровень гормона роста.
6. Длительное воздействие стресса.
7. Накопление меланина в коже.

**Ответ:** 1, 2, 4, 6.

### ***Задача 2.3.8.9. Вакцина против чумы (5 баллов)***

*Тема: ученые.*

#### ***Условие***

Этот человек был выдающимся микробиологом и эпидемиологом, внесшим значительный вклад в борьбу с инфекционными заболеваниями. Одним из наиболее значительных его достижений стала разработка первой эффективной вакцины против чумы. В 1893 году он начал свою работу в Париже в Пастеровском институте, где под руководством Мечникова и Луи Пастера изучал микробиологию и иммунологию. В 1896 году ученый был приглашен в Индию для борьбы с эпидемией чумы. Он создал и успешно испытал вакцину против чумы, что позволило спасти тысячи жизней. Его метод вакцинации получил широкое признание и стал важным инструментом в борьбе с эпидемиями. Кроме того, он разработал вакцину против холеры, которую также испытал в условиях эпидемии в Индии. Эта вакцина оказалась эффективной и внесла значительный вклад в снижение смертности от этого опасного заболевания. Благодаря его усилиям, смертность от холеры и чумы существенно сократилась, что сделало его имя известным во всем мире.

1. Алексей Николаевич Бах (1857–1946).
2. Юрий Анатольевич Овчинников (1934–1988).
3. Александр Георгиевич Лорх (1889–1960).
4. Илья Ильич Мечников (1845–1916).
5. Александр Николаевич Северцов (1866–1936).
6. Владимир Аронович Хавкин (1860–1930).

**Ответ:** 6.

## 2.4. Инженерный тур

Задачи первого этапа инженерного тура открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/66697/enter/>.

### **Задача 2.4.1. Расчет физиологической потребности белков (3 балла)**

Темы: нутриенты, нормы физиологической потребности.

#### **Условие**

Определите норму физиологической потребности в белках животного происхождения для юноши, которому исполнилось 17 лет. Ответ представьте в граммах с округлением до одного знака после запятой.

#### **Решение**

В соответствии с МР2.3.1.0253–21 потребность юноши в возрасте 17 лет в белках составляет 87 г. Белки животного происхождения должны составлять 60%, то есть  $87 \cdot 0,6 = 52,2$  г.

**Ответ:** 52,2.

### **Задача 2.4.2. Группы пищевых веществ (7 баллов)**

Темы: здоровое питание, биологически активные добавки, нутриенты.

#### **Условие**

Установите соответствие между группой пищевых веществ и ее описанием:

1. нутрицевтики;
  2. балластные вещества;
  3. макронутриенты;
  4. парафармацевтики;
  5. эубиотики;
  6. пробиотики;
  7. минорные биологически активные вещества пищи.
- А. Биологически активные добавки к пище, применяемые для профилактики, вспомогательной терапии и поддержки в физиологических границах функциональной активности органов и систем.

- В. Живые микроорганизмы и обогащенные ими пищевые продукты, благотворно воздействующие на здоровье человека за счет оптимизации состава и биологической активности защитной микрофлоры кишечника.
- С. Биологически активные добавки к пище, применяемые для коррекции химического состава пищи человека (дополнительные источники нутриентов: белков, аминокислот, жиров и т. п.).
- Д. Биологически активные добавки к пище, в состав которых входят живые микроорганизмы и (или) их метаболиты, оказывающие нормализующее воздействие на состав и биологическую активность микрофлоры и моторику пищеварительного тракта.
- Е. Вещества, практически не претерпевающие изменений в желудочно-кишечном тракте, отличающиеся инертностью к деятельности пищеварительных ферментов.
- Ф. Основные пищевые вещества (белки, жиры и углеводы), обеспечивающие пластические, энергетические и иные потребности организма, необходимые человеку в количествах, измеряемых граммами.
- Г. Природные вещества с установленными химической структурой и физиологическим действием, присутствующие в пище в малых количествах (миллиграммах или микрограммах) и играющие доказанную роль в поддержании здоровья, выполняющие функции экзогенных регуляторов метаболизма.

**Ответ:** 1 — С, 2 — Е, 3 — F, 4 — А, 5 — D, 6 — В, 7 — G.

### **Задача 2.4.3. Расчет энергетической ценности (6 баллов)**

*Темы: пищевая ценность, энергетическая ценность.*

#### **Условие**

Определите энергетическую ценность (в ккал) одной порции блюда «Тефтели с соусом красным», если в состав одной порции тефтелей входит: 76 г говядины, 16 г пшеничного хлеба, 24 г молока, 24 г лука репчатого. Тефтели подвергаются тепловой обработке, при этом потери пищевых веществ составляют: белки 6%, жиры 12%, углеводы 9%. Готовую порцию тефтелей поливают соусом красным в количестве 50 г. Энергетическая ценность 100 г соуса красного составляет 48 ккал. Пищевая ценность ингредиентов для тефтелей, представлена в таблице 2.4.1.

Таблица 2.4.1

Наименование ингредиента	Содержание пищевых веществ, в граммах на 100 г ингредиента		
	Белки	Жиры	Углеводы
Говядина	18,6	14,0	0,0
Хлеб пшеничный	8,1	1,0	48,8
Молоко	3,0	2,5	4,7
Лук репчатый	1,4	0,2	8,2

**Решение**

Энергетическая ценность 50 г соуса составит  $48 \cdot 0,5 = 24$  ккал.

Таблица 2.4.2

Наименование ингредиента	Содержание пищевых веществ, в граммах на одну порцию		
	Белки	Жиры	Углеводы
Говядина	14,136	10,64	0
Хлеб пшеничный	1,296	0,16	7,808
Молоко	0,72	0,6	1,128
Лук репчатый	0,336	0,048	1,968
Всего до тепловой обработки	16,48	11,45	10,90
Всего после тепловой обработки	15,50	10,07	9,92

$$\text{ЭЦ}_{\text{тефтель}} = 15,50 \cdot 4 + 10,07 \cdot 9 + 9,92 \cdot 4 = 192,31.$$

$$\text{ЭЦ}_{\text{тефтели с соусом}} = 192,31 + 24 = 216,31.$$

**Ответ:** 216.

**Задача 2.4.4. Дефицит нутриентов (5 баллов)**

Тема: продукты здорового питания.

**Условие**

Установите соответствие между наименованием нутриента и последствием его исключения из рациона питания.

1. Жиры.
  2. Белки.
  3. Витамин D.
  4. Углеводы.
  5. Калий.
- А. Человек компенсаторно потребляет больше жиров, при этом общая энергетическая ценность рациона остается неизменной или снижается незначительно. В результате такого режима питания снижение жировой массы тела отмечается незначительно, при этом ожидаемо изменяются в неблагоприятную сторону показатели жирового состава крови — наблюдается рост холестерина.

- В. Человек компенсаторно потребляет больше углеводов. Этот механизм возрастает и становится неконтролируемым влечение к сладкому, к быстрым углеводам, становится постоянной интенсивная выработка инсулина, что истощает поджелудочную железу и может стать причиной развития сахарного диабета.
- С. Ослабление организма человека, задержка роста, тяжелые расстройства в обмене веществ, снижение иммунитета, нарушение функции желез внутренней секреции, потеря веса и истощение мышц.
- Д. Человек постоянно чувствует усталость, слабость организма, наблюдаются нарушения сна, потеря аппетита, сильные боли в суставах, мышцах, судороги, стрессовые переломы.
- Е. В организме человека нарушается работа нервной и сердечно-сосудистой систем, наблюдается быстрая физическая истощаемость, учащение мочеиспускания, снижается толерантность к углеводам, нарушается секреция инсулина и возрастает риск инсулинорезистентности.

**Ответ:** 1 — В, 2 — С, 3 — Д, 4 — А, 5 — Е.

### ***Задача 2.4.5. Определение пищевого статуса (6 баллов)***

*Темы: пищевая ценность, энергетическая ценность.*

#### ***Условие***

Установите по индексу Кетле в соответствии с антропометрическими данными питающихся их пищевой статус.

1. Хвостов Евгений Иванович, рост 147 см, вес 83 кг.
  2. Долгов Дмитрий Николаевич, рост 170 см, вес 90 кг.
  3. Белоусов Николай Александрович, рост 179 см, вес 94 кг.
  4. Баранова Екатерина Алексеевна, рост 162 см, вес 63 кг.
  5. Ежова Юлия Даниловна, рост 183 см, вес 77 кг.
  6. Сухорукова Наталья Андреевна, рост 167 см, вес 48 кг.
- А. Дефицит массы тела.
  - В. Нормальная масса тела.
  - С. Избыточная масса тела.
  - Д. Ожирение первой степени.
  - Е. Ожирение второй степени.
  - Ф. Ожирение третьей степени.

#### ***Решение***

Индекс Кетле, или индекс массы тела, равен вес (кг)/(рост (м))<sup>2</sup>:

$$\text{ИМТ}_1 = \frac{83}{1,47^2} = 38,4;$$

$$\text{ИМТ}_2 = \frac{90}{1,70^2} = 31,1$$

и так далее.

После проведения расчетов необходимо интерпретировать ИМТ по таблице методических рекомендаций МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» ([https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=18979](https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979)).

**Ответ:** 1 — Е, 2 — D, 3 — С, 4 — В, 5 — В, 6 — А.

### ***Задача 2.4.6. Анормальное молоко (4 балла)***

*Тема: показатели качества молочного сырья.*

#### ***Условие***

К анормальному молоку относятся следующие виды молока:

- А. молозиво, стародойное молоко; молоко, имеющее отклонения от нормального по бактериальной обсемененности; молоко, полученное от больных животных;
- В. молоко повышенной кислотности; молоко от здоровых животных, молоко пониженной кислотности; молоко, имеющее отклонения от нормального по бактериальной обсемененности;
- С. молоко, полученное от больных животных; молоко, полученное от здоровых животных; молозиво; молоко повышенной кислотности;
- Д. молоко, полученное от здоровых животных; молоко, полученное от больных животных; молоко повышенной кислотности; молоко пониженной кислотности.

**Ответ:** А.

### ***Задача 2.4.7. Виды молочного сырья (3 балла)***

*Тема: вторичное молочное сырье.*

#### ***Условие***

К вторичному молочному сырью относят:

- А. молоко, сливки, молочную сыворотку;
- В. пахту, молоко, обезжиренное молоко;
- С. обезжиренное молоко, молочную сыворотку, пахту.

**Ответ:** С.



**Задача 2.4.8. Белки молока (3 балла)**

Тема: химический состав молока.

**Условие**

Назовите основные группы белков, входящих в состав молока:

- A. Казеин, лактоальбумин, лактоглобулин.
- B. Глютенин, глиадин, проламин.
- C. Казеин, проламин, глиадин.
- D. Коллаген, лактоальбумин, лактоглобулин.

Ответ: C.

**Задача 2.4.9. Бактерицидная фаза молока (4 балла)**

Тема: санитарно-гигиенические условия получения молока.

**Условие**

Бактерицидная фаза молока зависит от следующих факторов:

- A. породы животного и рациона кормления;
- B. возраста животного и периода лактации;
- C. бактериальной обсемененности и температуры хранения.

Ответ: C.

**Задача 2.4.10. Химический состав мышечной ткани (3 балла)**

Темы: мышечная ткань, мясное сырье.

**Условие**

Сколько белков в процентах содержится в мышечной ткани?

- A. 30–34.
- B. 15–18.
- C. 25–30.
- D. 18–22.

Ответ: D.

**Задача 2.4.11. Строение мышечной ткани (3 балла)**

Тема: строение и химический состав мышечной ткани.

**Условие**

Что является структурной единицей мышечной ткани?

- А. Мышечное волокно.
- В. Миофибриллы.
- С. Саркомеры.

**Ответ:** А.

**Задача 2.4.12. Эмульгированные колбасные изделия (4 балла)**

Тема: колбасные изделия.

**Условие**

К эмульгированным колбасным изделиям относят:

- А. вареные колбасы;
- В. полукопченые колбасы;
- С. варено-копченые колбасы;
- Д. сырокопченые колбасы.

**Ответ:** А.

**Задача 2.4.13. Куттеры (3 балла)**

Тема: оборудование предприятий мясной промышленности.

**Условие**

Какие существуют разновидности куттеров для мяса?

- А. Вакуумный куттер.
- В. Жарочный куттер.
- С. Варочный куттер.

**Ответ:** А, С.

**Задача 2.4.14. Ножи (3 балла)**

Тема: оборудование предприятий мясной промышленности.

**Условие**

В каких видах пищевого оборудования рабочими органами являются ножи?

- А. Волчки.

- В. Сепараторы.
- С. Пластинчатые теплообменники.
- Д. Куттеры.

**Ответ:** А, Д.

### ***Задача 2.4.15. Конструкция волчка (4 балла)***

*Тема: оборудование предприятий мясной промышленности.*

#### ***Условие***

Какая решетка в конструкции волчка располагается первой по направлению движения мясного сырья?

- А. Приемная решетка.
- В. Промежуточная решетка.
- С. Выходная решетка.
- Д. Сплошная решетка.

**Ответ:** А.

### ***Задача 2.4.16. Формование колбасных изделий (3 балла)***

*Тема: оборудование предприятий мясной промышленности.*

#### ***Условие***

Какое оборудование применяют при производстве колбасных изделий для наполнения колбасных оболочек фаршем?

- А. Куттер.
- В. Волчок.
- С. Шприц.
- Д. Гомогенизатор.

**Ответ:** С.

### ***Задача 2.4.17. Гомогенизация (4 балла)***

*Тема: оборудование предприятий мясной промышленности.*

#### ***Условие***

Как называются рабочие органы гомогенизатора для молока?

- А. Клапан и седло.
- В. Нож и решетка.

- С. Шнек и решетка.
- Д. Вал и лопасть.

**Ответ:** А.

**Задача 2.4.18. Антропометрические исследования ИМТ (3 балла)**

*Тема: обмен веществ и методы его оценки.*

**Условие**

Причина, по которой ИМТ на индивидуальном уровне часто не отражает степень ожирения, является несоответствие нормальным значениям:

- А. жировой массы;
- В. активной клеточной массы;
- С. основного обмена;
- Д. безжировой массы;
- Е. скелетно-мышечной массы.

**Ответ:** Д.

**Задача 2.4.19. Индивидуализация исследований (4 балла)**

*Тема: обмен веществ и методы его оценки.*

**Условие**

Причина, по которой значения обхвата талии на индивидуальном уровне часто не всегда отражают степень ожирения, является:

- А. невысокая точность измерения сантиметровой лентой;
- В. зависимость обхвата талии от степени наполнения кишечника;
- С. существование различных типов ожирения;
- Д. трудности в определении места измерения талии;
- Е. отсутствие учета роста обследуемого в формировании критерия.

**Ответ:** Е.

**Задача 2.4.20. Контроль качества (5 баллов)**

*Тема: развитие форм и методов управления качеством за рубежом.*

**Условие**

Под всеобщим контролем качества А. Фейгенбаум понимал такую систему, которая позволяла решать проблему качества продукции и ее цены в зависимости от выгоды потребителей, производителей и дистрибьютеров. Фейгенбаум предложил рассматривать качество не как конечный результат производства изделия, а на каждом этапе его создания.

По определению Фейгенбаума, контроль качества — это:

- А. соответствие предъявляемым требованиям, а не «добротность»;
- В. эффективная система для координации усилий различных групп работников организации по поддержанию качества и его улучшению, обеспечению деятельности производства на наиболее экономичном уровне, позволяющем полностью удовлетворить потребителя;
- С. цикл, который представляет собой последовательность действий, направленных на постоянное совершенствование и внедрение инноваций, позволяющих работникам предприятия и его поставщикам эффективно, экономно и творчески решать возникающие проблемы;
- Д. внедрение мероприятий по обеспечению качества изделий на всех этапах их изготовления, начиная с проектирования и подготовки производства.

**Ответ:** В.

**Задача 2.4.21. Требования к качеству продукции (5 баллов)**

Темы: развитие отечественных систем управления качеством, требования к качеству продукции.

**Условие**

В условиях рыночной экономики, в которых конкурентная борьба фирм за рынки сбыта является по сути борьбой за наиболее эффективное удовлетворение потребностей, именно потребности людей становятся исходным моментом, побудительной силой и стимулом всякого производства. Во многом благодаря им развивается наука, появляются новые изобретения, материалы, конструкции, происходит эволюция форм и методов управления качеством.

При системном управлении качеством должны быть определены и выполнены следующие требования:

- А. обязательные и законодательные требования;
- В. требования добровольного характера, в том числе и определенной самой организацией;
- С. требования потребителей;
- Д. общепринятые требования, без выполнения которых невозможно; конкретное или предполагаемое использование продукции;
- Е. все варианты верные.

**Ответ:** Е.

**Задача 2.4.22. Методы идентификации (3 балла)**

Тема: идентификация и фальсификация.

**Условие**

Для целей отнесения пищевой продукции к объектам технического регулирования, в отношении которых применяется Технический регламент Таможенного Союза 021/2011, заинтересованными лицами осуществляется идентификация пищевой продукции. Идентификация — это установление соответствия характеристик товара, указанных на маркировке или в сопроводительных документах или иных средствах информации, предъявляемым к нему требованиям. Критерии идентификации должны быть объективными и независимыми от субъективных данных испытателя. Идентификация товаров должна носить характер комплексной оценки, при которой наибольшую значимость имеют типичные и трудно фальсифицируемые критерии. Идентификация пищевой продукции проводится основными четырьмя методами.

Укажите верную вариацию ответов методов идентификации пищевой продукции:

- A. Визуальным методом, органолептическим методом, аналитическим методом, по наименованию продукта.
- B. Визуальным методом, органолептическим методом, по составу продукта, по наименованию продукта.
- C. Органолептическим методом, аналитическим методом, по составу продукта, по наименованию продукта.
- D. Визуальным методом, аналитическим методом, по составу продукта, по наименованию продукта.

**Ответ:** A.

**Задача 2.4.23. Маркировка (3 балла)**

Тема: требования к качеству продукции.

**Условие**

За последние годы, с целью установления на единой таможенной территории Таможенного союза единых обязательных для применения и исполнения требований к пищевой продукции, обеспечения свободного перемещения пищевой продукции, выпускаемой в обращение на единой таможенной территории Таможенного союза, был выпущен ряд технических регламентов на пищевую продукцию, в том числе технический регламент Таможенного союза, который устанавливает требования к пищевой продукции в части ее маркировки в целях предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно обеспечения реализации прав потребителей на достоверную информацию о пищевой продукции.

О каком техническом регламенте идет речь?

- A. ТР ТС 021/2011.
- B. ТР ТС 022/2011.
- C. ТР ТС 023/2011.

D. TP TC 034/2013.

**Ответ:** В.

### ***Задача 2.4.24. Аллергены (5 баллов)***

*Тема: требования к качеству продукции.*

#### ***Условие***

Согласно требованиям современного законодательства (TP TC 022/2011), компоненты, употребление которых может вызвать аллергические реакции, указываются в составе пищевой продукции независимо от их количества. Человек-аллергик, прочитав этикетку, сделает вывод — употреблять этот продукт в пищу или нет. Изготовитель должен указать аллергены, которых нет в составе, но он не может дать гарантию что незначительное количество аллергена присутствует. Такое бывает, если на одной и той же линии производится продукт с аллергеном и без аллергена, или в составе сырья от поставщиков указываются следы аллергенов. Не указывать можно только технологические вспомогательные средства, под которыми понимаются вещества или материалы или их производные (за исключением оборудования, упаковочных материалов, изделий и посуды), которые, не являясь компонентами пищевой продукции, преднамеренно используются при переработке и производстве пищевой продукции для выполнения определенных технологических целей и после их достижения удаляются из такого сырья. Существует 15 основных, наиболее распространенных, компонентов, употребление которых может вызвать аллергические реакции или противопоказаны при отдельных видах заболеваний.

Из числа приведенных ниже наиболее распространенных компонентов выберите те, которые, согласно требованиям технического регламента, не относятся к аллергенам или не являются противопоказанными при отдельных видах заболеваний:

- A. арахис и продукты его переработки;
- B. аспартам и аспартам-ацесульфам соль;
- C. горчица и продукты ее переработки;
- D. диоксид серы и сульфиты, если их общее содержание составляет более 10 мг/кг или 10 мг/л в пересчете на диоксид серы;
- E. злаки, содержащие глютен, и продукты их переработки;
- F. кунжут и продукты его переработки;
- G. люпин и продукты его переработки;
- H. овощи всех видов и продукты их переработки;
- I. моллюски и продукты их переработки;
- J. молоко и продукты его переработки (в том числе лактоза);
- K. орехи и продукты их переработки;
- L. ракообразные и продукты их переработки;
- M. рыба и продукты ее переработки (кроме рыбного желатина, используемого в качестве основы в препаратах, содержащих витамины и каротиноиды);
- N. сельдерей и продукты его переработки;
- O. соя и продукты ее переработки;

Р. яйца и продукты их переработки.

**Ответ:** Н.



## 3. Второй отборочный этап

### 3.1. Работа наставника НТО на этапе

На втором отборочном этапе НТО участникам предстоит решать как индивидуальные, так и командные задачи в рамках выбранного профиля. Подготовка к этому этапу требует от них не только глубокого понимания предметной области, но и умения работать в команде, эффективно распределять роли и применять полученные знания на практике. Наставник играет здесь важную роль — он помогает участникам выстроить осмысленную и целенаправленную траекторию подготовки.

Вот основные направления, в которых наставник может поддержать участника:

- **Подготовка по образовательным программам НТО.** Наставник может готовить участников, используя готовые образовательные программы по технологическим направлениям, рекомендованные организаторами, а также адаптировать их под уровень подготовки школьников.
- **Разбор заданий прошлых лет.** Изучение задач второго отборочного этапа прошлых лет помогает участникам понять формат заданий, определить типовые ошибки и выработать стратегии решения.
- **Онлайн-курсы.** Участники могут пройти курсы по разбору задач прошлых лет или курсы, рекомендованные разработчиками отдельных профилей. Наставник может включить эти курсы в план подготовки, а также сопровождать процесс изучения и помогать с возникшими вопросами.
- **Анализ материалов профиля.** Совместный разбор методических материалов, размещенных на страницах профилей, помогает уточнить требования к участникам и направить подготовку на ключевые темы.
- **Практикумы.** Это важный элемент подготовки, позволяющий применять знания на практике. Наставник может:
  - ◇ организовать практикумы по методическим материалам с сайта профиля;
  - ◇ декомпозировать задачи заключительного этапа прошлых лет на отдельные элементы и проработать их с участниками;
  - ◇ провести анализ требуемых профессиональных компетенций и спланировать занятия для развития наиболее значимых из них;
  - ◇ направить участников на практикумы и мероприятия от организаторов, которые анонсируются в официальных сообществах НТО, например, в телеграм-канале для наставников: [https://t.me/kruzhok\\_association](https://t.me/kruzhok_association).
- **Командная работа.** Одной из ключевых задач наставника на втором этапе является помощь в формировании команды или в поиске подходящей. Наставник может помочь участникам определить их сильные стороны, выбрать роль в команде и сориентироваться в процессе командообразования, включая участие в бирже команд в рамках конкретного профиля.

### *Если участники не прошли отборочный этап*

Случается, что несмотря на усилия и серьезную подготовку, участники не проходят во второй или заключительный этап Олимпиады. В такой ситуации особенно важна поддержка наставника.

- **Поддержка и признание усилий.** Наставнику важно подчеркнуть ценность пройденного пути: полученные знания, навыки, преодоленные трудности и личностный рост. Это помогает участникам сохранить мотивацию и не воспринимать результат как окончательное поражение.
- **Рефлексия.** Полезно организовать встречу для обсуждения впечатления от участия, трудности, с которыми столкнулись школьники и то, что они узнали о себе и команде. Наставник может направить разговор в конструктивное русло: какие выводы можно сделать? Что сработало хорошо? Что можно улучшить?
- **Анализ ошибок и пробелов.** Наставник вместе с участниками анализирует, какие темы вызвали наибольшие затруднения, чего не хватило в подготовке — теоретических знаний, практических навыков, командного взаимодействия. Это позволяет выстроить более эффективную стратегию на будущее.
- **Планирование дальнейшего пути.** Участникам можно предложить:
  - ◇ продолжить углубленное изучение профиля или смежных направлений;
  - ◇ заняться проектной деятельностью, которая укрепит знания и навыки;
  - ◇ сформировать план по подготовке к следующему циклу НТО, начиная с работы над типовыми заданиями и курсами.
- **Создание устойчивой мотивации.** Важно показать школьникам, что участие в НТО — это не просто соревнование, а часть большого образовательного маршрута. Даже неудачный результат может стать толчком к профессиональному росту, если воспринимать его как точку развития, а не как конец пути.

Таким образом, наставник помогает участникам не только готовиться к этапам НТО, но и справляться с неудачами, выстраивать долгосрочную стратегию и сохранять интерес к инженерному и технологическому творчеству.

## 3.2. Инженерный тур

Задания второго отборочного этапа представляют собой часть упрощенных или видоизмененных подзадач заключительного этапа и направлены на углубление знаний и навыков, соответствующих выбранной роли.

Задачи скомпонованы по ролям, объединены общей легендой и являются декомпозицией комплексной командной задачи, описанной в легенде. При решении участникам команды рекомендуется взаимодействовать друг с другом, поскольку информация, изложенная в заданиях для одной роли, будет полезна для других ролей.

Для успешного решения задач второго этапа участники должны обладать следующими компетенциями:

- Расчет энергетической и пищевой ценности продуктов на основе их рецептурного состава; основы корректного составления рациона питания с учетом потребностей организма человека; оценка нутриентного состава рецептур на соответствие потребностям человека; оценка обмена веществ на основе импедансного анализа.
- Понимание принципов составления рецептуры и разработки технологии получения продукта; знание технологических операций и их последовательности при производстве.
- Умение представлять схемы технологических процессов производства пищевых продуктов; знание режимов проведения технологических операций.
- Представление о видах машин и аппаратов пищевых производств, их назначении и принципе действия.
- Понимание принципов контроля качества сырья и готового продукта; органолептическая оценка качества; знание основ маркировки продукта.

### 3.2.1. Командные задачи

Командные задачи второго этапа инженерного тура открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контеcт: <https://contest.yandex.ru/contest/69925/enter/>.

Задания второго этапа посвящены проектированию и моделированию персонализированного питания для клиента, молодого человека, Никиты Гончарова.

Гончаров Никита Николаевич — студент колледжа Северо-Кавказского Федерального университета, обучающийся по программе среднего профессионального образования в сфере управления качеством продукции, процессов и услуг. Занятия в колледже проходят с понедельника по пятницу. Суббота и воскресенье — выходные дни.

Никите 16 лет (дата рождения 19.08.2008), масса тела 59 кг, рост 176 см, окружность талии 71 см, окружность бедер 94 см. Средняя дневная физическая активность Никиты представлена в таблице 3.2.1, среднестатистический рацион — в

таблице 3.2.2, результаты проведенного биоимпедансного анализа — в таблице 3.2.3.

Никита ведет здоровый образ жизни. Три раза в неделю он занимается плаванием в бассейне при университете, а в выходные дни по утрам выходит на пробежку.

Он также интересуется технологиями микрокапсулирования, которые сейчас активно развиваются по всему миру. Микрокапсулирование — это процесс, при котором биологически активные вещества или функциональные пищевые ингредиенты помещаются в капсулы из различных материалов. Благодаря этому данные вещества или функциональные ингредиенты доставляются в кишечник человека в активном виде. Для микрокапсулирования используют различные технологические приемы, включая эмульгирование, гелеобразование и микропартикуляцию.

Никита хочет глубже разобраться в этих технологиях и в будущем участвовать в создании новых пищевых продуктов с инкапсулированными биологически активными веществами.

Таблица 3.2.1. Информация по среднedayной физической активности

Вид активности	Время
<b>Рабочие дни</b>	
Сон	22.00–08.20
Утренние гигиенические процедуры (мытьe рук, лица, волос)	08.20–08.40
Завтрак	8.40–9.00
Сборы в университет (одевание)	9.00–9.20
Ходьба пешком (прогулочным шагом) в университет	9.20–9.30
Подготовка к учебным занятиям	9.30–9.40
Слушание лекций	9.40–12.30
Дневной отдых, обед	12.30–13.00
Ходьба пешком (прогулочным шагом) в другой корпус университета	13.00–13.10
Подготовка к учебным занятиям	13.10–13.20
Выполнение лабораторной или практической работы	13.20–16.40
Ходьба пешком (прогулочным шагом) из университета домой	16.40–16.50
Гигиенические процедуры (мытьe рук, лица, волос)	16.50–17.00
Чтение книги или ходьба пешком (прогулочным шагом) в корпус университета с бассейном	17.00–17.20
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытье посуды и прочее) или плавание в бассейне	17.20–18.10
Работа на компьютере (выполнение домашнего задания) или ходьба пешком (прогулочным шагом) домой после плавания в бассейне	18.10–18.30
Ужин	18.30–19.10

Вид активности	Время
Игра на компьютере	19.10–20.30
Чтение книги	20.30–21.50
Принятие душа	21.50–22.00
<b>Выходной день</b>	
Сон	22.00–9.00
Утренние гигиенические процедуры (мытье рук, лица, волос)	9.00–9.20
Утренняя пробежка	9.20–9.50
Принятие душа	09.50–10.00
Завтрак	10.00–10.20
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытье посуды и прочее)	10.20–11.00
Работа на компьютере (выполнение домашнего задания)	11.00–13.00
Дневной отдых, обед	13.00–14.00
Ходьба на свежем воздухе, прогулка	14.00–16.00
Покупки в магазине	16.00–16.30
Ходьба на свежем воздухе, прогулка	16.30–17.30
Чтение книги	17.30–18.30
Ужин	18.30–19.30
Игра на компьютере	19.30–20.30
Чтение книги	20.30–21.50
Принятие душа	21.50–22.00

Таблица 3.2.2. Среднестатистический рацион

Прием пищи	Наименование блюда, изделия	Масса одной порции, г	Количество порций, шт.
<b>Завтрак</b>	Салат коул слоу с низкокалорийной заправкой	180	1,0
	Бутерброд с паштетом из куриной печени и яйцом	60	2,0
	Чай с сахаром	200	1,0
<b>Обед</b>	Борщ из свежей капусты и картофеля	500	0,5
	Картофель отварной	200	1,0
	Биточки с рисом	50	2,0
	Сметана 20,0%-ной жирности	50	1,0
	Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	20	2,0

Прием пищи	Наименование блюда, изделия	Масса одной порции, г	Количество порций, шт.
	Компот яблочный	200	1,0
<b>Ужин</b>	Котлеты из индейки	100	1,0
	Капуста тушеная	200	1,0
	Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	20	1,0
	Чай с сахаром	200	1,0

Таблица 3.2.3. Результаты биоимпедансного анализа

Показатель	Значение
Общая жидкость, кг	35,6
Внутриклеточная жидкость, кг	20,3
Активная клеточная масса, кг	30,9
Скелетно-мышечная масса, кг	26,2

Для удовлетворения потребностей Никиты необходимо:

1. Сформировать базу данных по клиенту, выполнить анализ пищевого статуса и рациона питания потребителя.
2. Для предложенных продуктов определить ингредиентный состав, последовательность технологических операций по их производству, режимы и параметры отдельных операций.
3. Установить перечень и порядок использования технологического оборудования, необходимого для производства данных продуктов.
4. Идентифицировать продукт путем органолептического анализа.

### **Задача 3.2.1.1. Персональные данные (не оценивается)**

Темы: НутриМон, справочник Обследуемые.

#### **Условие**

Внесите в справочник **Обследуемые** новую запись по Гончарову Никите Николаевичу (далее — Клиент).

#### **Ответ:**

В соответствующие ячейки справочника **Обследуемые** вносится персональная информация о Клиенте:

- Индивидуальный номер — 1,
- Ф. И. О. — Гончаров Никита Николаевич,
- пол — мужской,

- дата рождения — 19.08.2008,
- категория обследуемых — школьники (колледж).

### ***Задача 3.2.1.2. Антропометрический журнал ИМТ (индекс массы тела) (3 балла)***

Темы: антропометрический журнал, индекс массы тела, жировая масса тела, расчет.

#### ***Условие***

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя: ИМТ (индекс массы тела).

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 55,68.

#### ***Решение***

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $19,05 \pm 0,02$ .

### ***Задача 3.2.1.3. Антропометрический журнал ИТБ (индекс талия-бедра) (2 балла)***

Темы: антропометрический журнал, индекс массы тела, жировая масса тела, расчет.

#### ***Условие***

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя ИТБ (индекс талия – бедра). Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя точки.

Пример записи ответа: 1,28.

### **Решение**

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $0,76 \pm 0,02$ .

### **Задача 3.2.1.4. Антропометрический журнал БМТ (безжировая масса тела) (2 балла)**

Темы: антропометрический журнал, индекс массы тела, жировая масса тела, расчет.

### **Условие**

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя БМТ (безжировая (тощая) масса тела в килограммах) для Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 30,05.

### **Решение**

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп насе-



ления Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $48,77 \pm 0,02$ .

### **Задача 3.2.1.5. Антропометрический журнал ЖМТ (жировая масса тела) (2 балла)**

*Темы: НутриМон, справочник Обследуемые.*

#### **Условие**

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя ЖМТ (жировая масса тела в килограммах) для Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 32,04.

#### **Решение**

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $10,23 \pm 0,02$ .

### **Задача 3.2.1.6. Антропометрический журнал ВКЖ (внеклеточная жидкость) (2 балла)**

*Темы: НутриМон, справочник Обследуемые.*

#### **Условие**

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя ВКЖ (внеклеточная жидкость, кг) для Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 2,3.

### ***Решение***

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $15,3 \pm 0,1$ .

### ***Задача 3.2.1.7. Антропометрический журнал АКМ (доля активной клеточной массы) (2 балла)***

*Темы: НутриМон, справочник **Обследуемые**.*

### ***Условие***

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя АКМ (доля активной клеточной массы в процентах) для Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 40,55.

### ***Решение***

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп насе-

ления Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $63,36 \pm 0,05$ .

### **Задача 3.2.1.8. Антропометрический журнал СММ (доля скелетно-мышечной массы) (2 балла)**

*Темы: НутриМон, справочник Обследуемые.*

#### **Условие**

Создайте новый документ в **Антропометрическом журнале** и внесите в него информацию по антропометрическим данным Клиента, в том числе в таблицу **Показатели** — информацию об окружности талии и бедер.

Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета — уравнение Харриса – Бенедикта.

Используя данные антропометрии и результаты биоимпедансного анализа, самостоятельно (вручную) проведите расчет показателя СММ (доля скелетно-мышечной массы в процентах) для Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 42,61.

#### **Решение**

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:**  $53,72 \pm 0,05$ .

### **Задача 3.2.1.9. Антропометрический журнал. Интерпретация ИМТ (индекс массы тела) (2 балла)**

*Темы: НутриМон, справочник Обследуемые.*

#### **Условие**

Выберите из списка интерпретацию показателя ИМТ Клиента:

- А. дефицит массы тела,
- В. нормальная масса тела,
- С. избыточная масса тела,

- Д. ожирение I степени,
- Е. ожирение II степени,
- Ф. ожирение III степени.

### **Решение**

Решение данной задачи основано на анализе антропометрических показателей конкретного человека (Клиента), описанного в условии. Вычисление требуемых индексов и интерпретация результата осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», образовательном курсе по биоимпедансному анализу и руководстве пользователя программы НутриМон (далее — Программа).

**Ответ:** В.

### **Задача 3.2.1.10. Расчет физической активности КФА (коэффициент физической активности) (15 баллов)**

*Темы: коэффициент физической активности, потребность в энергии, расчет.*

#### **Условие**

Создайте новый документ в **Журнале расчета физической активности** (НутриМон). Внесите в него информацию о физической активности Клиента.

Самостоятельно (вручную) проведите расчет среднесуточного КФА (коэффициента физической активности) Клиента.

Внимание: значение среднесуточного КФА — это не справочное значение! Его необходимо рассчитать, исходя из недельной физической активности Клиента по данным заполненного документа **Физическая активность**. Величины КФА (как по отдельным видам активностей, так и среднесуточное) всегда отражают значение, принятое за 1 ч.

Самостоятельно (вручную) проведите расчет величины **Суточных энергозатрат** (потребности в энергии) Клиента с учетом его ВОО (величины основного обмена) и среднесуточного КФА. При получении конечного значения величины **Суточных энергозатрат** учтите дополнительные затраты энергии организма на переваривание, всасывание и метаболизм пищевых веществ (пищевой термогенез). При расчете примите, что пищевой термогенез заключается в повышении суточных энергозатрат на 10%.

В расположенное ниже окно введите среднесуточное значение КФА (коэффициента физической активности) Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до двух знаков после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 15,75.

**Решение**

Решение данной задачи основано на результатах корректного ввода информации в базу данных используемой Программы. После правильного ввода информации пользователю становятся доступными сведения о значениях КФА по каждому виду физической активности Клиента. Среднесуточное значение КФА рассчитывается на основе этих сведений — исходя из недельной физической активности. Интерпретация результата осуществляется на основе определений, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Вычисление требуемого значения величины суточных затрат осуществляется на основе определений и формул, представленных в методических рекомендациях МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и руководстве пользователя используемой Программы.

**Ответ:**  $1,61 \pm 0,04$ .

**Задача 3.2.1.11. Группа физической активности (5 баллов)**

*Темы: коэффициент физической активности, потребность в энергии, расчет.*

**Условие**

Выберите ГФА (группу физической активности), которой соответствует среднесуточная физическая активность Клиента:

- A. I группа,
- B. II группа,
- C. III группа,
- D. IV группа.

**Ответ:** B.

**Задача 3.2.1.12. Величина суточных энергозатрат (7 баллов)**

*Темы: коэффициент физической активности, потребность в энергии, расчет.*

**Условие**

Введите значение величины **Суточных энергозатрат** Клиента (потребности в энергии) с учетом его ВОО и среднесуточного КФА (при расчете используйте значение КФА из ответа к задаче «Расчет физической активности (КФА)» [3.2.1.10](#)).

Ответ запишите без указания единицы измерения, с округлением до целого числа. Пример записи ответа: 9845.

**Ответ:**  $2919 \pm 74$ .

### Задача 3.2.1.13. Нутритивный статус. Калорийность (6 баллов)

Темы: потребность в энергии, расчет калорийности.

#### Условие

Создайте новый документ **Дневник питания** (НутриМон) и внесите в него среднестатистический рацион питания Клиента. Информацию о кулинарном изделии «Бутерброд с паштетом из куриной печени и яйцом» из рациона питания Клиента внесите в документ **Дневник питания** (НутриМон) в виде отдельных продуктов в соответствии с рецептурой, представленной в таблице 3.2.4. Сформируйте отчет **Нутритивный статус** для Клиента и проведите его анализ.

Таблица 3.2.4. Рецептура бутерброда с паштетом из куриной печени и яйцом (1 порция)

Наименование продукта	Масса нетто, г
Куриный паштет	25
Масло сливочное соленое	5
Яйцо отварное	10 (1/4 шт.)
Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	20
Выход (масса 1 порции)	60

На основе информации из отчета **Нутритивный статус** введите значение калорийности рациона Клиента.

Ответ запишите без указания единицы измерения, с округлением до одного знака после запятой. Пример записи ответа: 155,7.

#### Решение

Решение данной задачи основано на результатах корректного расчета и ввода информации в базу данных, правильной работе с объектом типа **Документ** используемой Программы. Правила использования различных типов объектов Программы представлены в руководстве пользователя и встроенной цифровой справочной системе. После ввода информации пользователю становится доступной функция формирования отчета о нутритивном статусе Клиента.

**Ответ:**  $1616,7 \pm 0,5$ .

### Задача 3.2.1.14. Нутритивный статус. Оценочная шкала (15 баллов)

Темы: потребность в энергии, расчет калорийности.

#### Условие

На основе анализа отчета **Нутритивный статус** распределите перечисленные в таблице 3.2.5 нутриенты по оценочной шкале соответствия их содержания в раци-

оне Клиента суточной норме.

Таблица 3.2.5. Форма для ответа

Нутриент	Очень малое	Малое	Норма	Высокое	Очень высокое
Белок					
Жиры					
Углеводы					
Витамин С					
Витамин В1					
Витамин В2					
Витамин А					
Витамин Е					
Витамин D					
Витамин К					
Кальций					
Фосфор					
Калий					
Натрий					
Железо					

Для формирования оценочных шкал используются правила, см. таблицу 3.2.6.

Таблица 3.2.6. Правила формирования оценочных шкал

Процент содержания нутриента по отношению к его норме	Оценочная шкала (текстовая интерпретация)
< 10	очень малое
< 65	малое
от 65 до 100	норма
от 101 до 200	высокое
> 200	очень высокое

### Решение

Решение данной задачи предполагает проведение дополнительных расчетов и интерпретацию результатов в соответствии с представленной в задании оценочной шкалой. Нормы содержания нутриентов в суточном рационе различных групп населения представлены в МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

**Ответ.**

Таблица 3.2.7. Форма для ответа

Нутриент	Очень малое	Малое	Норма	Высокое	Очень высокое
Белок			+		
Жиры			+		
Углеводы		+			
Витамин С				+	
Витамин В1		+			
Витамин В2		+			
Витамин А		+			
Витамин Е				+	
Витамин D	+				
Витамин К	+				
Кальций		+			
Фосфор			+		
Калий				+	
Натрий					+
Железо		+			

### **Задача 3.2.1.15. Молочный коктейль. Количество (20 баллов)**

Темы: НутриМон, сывороточные белки, витамин D3.

#### **Условие**

В рацион питания Клиента для восполнения дефицита в витамине D необходимо ввести «Молочный коктейль, обогащенный микрокапсулами сывороточных белков с витамином D» (рецептура и нутриентный состав коктейля представлены в программе НутриМон). Определите, какое количество данного коктейля (в граммах) необходимо ввести в среднестатистический рацион питания Клиента (**Дневник питания**), чтобы полностью (ровно на 100%) удовлетворить суточную физиологическую потребность его организма в витамине D.

Ответ запишите без указания единицы измерения, с округлением до целого числа.

Пример записи ответа: 560.

#### **Решение**

Решение данной задачи предполагает дополнительное самостоятельное изучение возможностей используемой Программы на основе анализа руководства пользователя или встроенной цифровой справочной системы. Участник должен провести анализ структуры базы данных, определить в ней место хранения информации



о нутриентном составе продуктов питания, на основе собственных расчетов определить количество заданного продукта, которое обеспечивает суточную физиологическую потребность организма в требуемом витамине. При этом следует учесть, что в представленном в условии задачи рационе питания уже содержится определенное количество требуемого витамина. Рекомендуемые значения нутриентов в суточном рационе различных групп населения и данные по энергетической ценности пищевых веществ представлены в МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

**Ответ:**  $300 \pm 5$ .

### ***Задача 3.2.1.16. Молочный коктейль. Незаменимые жирные кислоты (15 баллов)***

*Темы: НутриМон, сывороточные белки, витамин D3.*

#### ***Условие***

Проведите расчет удельного веса насыщенных жирных кислот (НЖК) в рационе питания Клиента (процент от калорийности рациона питания Клиента) с учетом введения в рацион коктейля.

Ответ запишите без указания единицы измерения, в виде десятичной дроби с округлением до одного знака после десятичного разделителя.

Пример записи ответа: 10,3.

#### ***Решение***

Решение данной задачи предполагает дополнительное самостоятельное изучение возможностей используемой Программы на основе анализа руководства пользователя или встроенной цифровой справочной системы. Участник должен провести анализ структуры базы данных, определить в ней место хранения информации о нутриентном составе продуктов питания. Следует рассчитать количество насыщенных жирных кислот в рационе питания с учетом веса каждого блюда в рационе. Расчетное количество в граммах необходимо перевести в килокалории, умножив на энергетическую ценность 1 г жиров. Далее необходимо определить удельный вес полученного значения от калорийности рациона питания, представленного в Программе. Рекомендуемые значения нутриентов в суточном рационе различных групп населения и данные по энергетической ценности пищевых веществ представлены в МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

**Ответ:**  $12,9 \pm 0,5$ .

### ***Задача 3.2.1.17. Пищевые эмульсии — 1 (30 баллов)***

*Тема: соотношение компонентов пищевой эмульсии.*

### Условие

Предлагается составить рецептуры пищевых эмульсий с применением различных видов жиров и эмульгаторов животного и растительного происхождения.

### Исходные данные для выполнения задачи

В качестве эмульгатора для составления рецептуры используется белок соевый концентрированный.

1. Задано соотношение компонентов в эмульсии:

$$\text{ЭМУЛЬГАТОР} : \text{ВОДА} : \text{ЖИР} = 1 : 4 : (4 \div 5).$$

2. Для состава эмульсии выберите из предлагаемого списка вид жира, при использовании которого рекомендуется холодный способ приготовления эмульсии:
  - жир-сырец говяжий,
  - жир-сырец бараний,
  - жир-сырец свиной,
  - жир-сырец куриный,
  - масло подсолнечное рафинированное дезодорированное.
3. Рассчитайте рецептурный состав компонентов для получения 100 кг готовой эмульсии (таблица 3.2.8) и выберите один или несколько вариантов ответа(ов).

Таблица 3.2.8. Рецептурный состав компонентов для получения эмульсии

№ п/п	Наименование ингредиентов эмульсии	Расход в кг/ 100 кг эмульсии
1	Жир (выбрать из списка)	Рассчитать необходимое количество
2	Эмульгатор белок соевый концентрированный	Рассчитать необходимое количество
3	Вода питьевая	Рассчитать необходимое количество
<b>Итого:</b>		100,0

Варианты:

- А. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 44,4 : 44,4.$$

- В. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 10,0 : 40,0 : 50,0.$$

- С. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 50,0 : 37,5.$$

- D. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 44,4 : 44,4.$
- E. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 10,0 : 40,0 : 40,0.$
- F. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 50,0 : 37,5.$
- G. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 44,4 : 44,4.$
- H. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 10,0 : 40,0 : 50,0.$
- I. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 50,0 : 37,5.$
- J. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 44,4 : 44,4.$
- K. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 10,0 : 40,0 : 50,0.$
- L. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 50,0 : 37,5.$
- M. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 44,4 : 44,4.$
- N. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 10,0 : 40,0 : 50,0.$
- O. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 50,0 : 37,5.$

**Ответ:** G, H, I, J, M, N.

### ***Задача 3.2.1.18. Пищевые эмульсии — 2 (20 баллов)***

*Тема: соотношение компонентов пищевой эмульсии.*

### Условие

Предлагается составить рецептуры пищевых эмульсий с применением различных видов жиров и эмульгаторов животного и растительного происхождения.

### Исходные данные для выполнения задачи

В качестве эмульгатора для составления рецептуры используется микропартикулят молочных белков.

1. Задайте соотношение компонентов в эмульсии:

$$\text{ЭМУЛЬГАТОР} : \text{ВОДА} : \text{ЖИР} = 1 : 3 : (3 \div 4).$$

2. Для состава эмульсии выберите из предлагаемого списка вид жира, при использовании которого рекомендуется горячий способ приготовления эмульсии:
  - жир-сырец говяжий,
  - жир-сырец бараний,
  - жир-сырец свиной,
  - жир-сырец куриный,
  - масло подсолнечное рафинированное дезодорированное.
3. Рассчитайте рецептурный состав компонентов для получения 100 кг готовой эмульсии (таблица 3.2.9) и выберите один или несколько вариантов ответа(ов).

Таблица 3.2.9. Рецептурный состав компонентов для получения эмульсии

№ п/п	Наименование ингредиентов эмульсии	Расход в кг/ 100 кг эмульсии
1	Жир (выбрать из списка)	Ввести значение
2	Эмульгатор микропартикулят молочных белков	Ввести значение
3	Вода питьевая	Ввести значение
<b>Итого:</b>		100,0

- А. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 37,5 : 50,0.$$

- В. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 14,3 : 42,9 : 42,9.$$

- С. При использовании говяжьего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 33,3 : 55,6.$$

- Д. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии

$$\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 37,5 : 50,0.$$

- Е. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 14,3 : 42,9 : 42,9.$
- Г. При использовании бараньего жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 33,3 : 55,6.$
- Г. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 37,5 : 50,0.$
- Н. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 14,3 : 42,9 : 42,9.$
- И. При использовании свиного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 33,3 : 55,6.$
- Ж. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 37,5 : 50,0.$
- К. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 14,3 : 42,9 : 42,9.$
- Л. При использовании куриного жира-сырца соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 33,3 : 55,6.$
- М. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 12,5 : 37,5 : 50,0.$
- Н. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 14,3 : 42,9 : 42,9.$
- О. При использовании масла подсолнечного соотношение ингредиентов эмульсии  
 $\text{эмульгатор} : \text{вода} : \text{жир} = 11,1 : 33,3 : 55,6.$

**Ответ:** А, В, Д, Е.

### ***Критерии оценивания***

За данную задачу предусмотрена система оценивания частично правильного ответа: за каждый правильный вариант ответа начисляются отдельные баллы (5 баллов), сумма которых равна итоговому баллу за полностью верно решенную задачу.

### Задача 3.2.1.19. Технология получения микропартикулята — 1 (15 баллов)

Темы: микропартикуляты, сывороточные белки молока, молочная сыворотка и продукты ее переработки.

#### Условие

Технологическая схема — это графическое представление технологического процесса в виде последовательных производственных операций, направленных на получение продукции. На рис. 3.2.1 представлена блок-схема получения микропартикулята концентрата сывороточных белков.

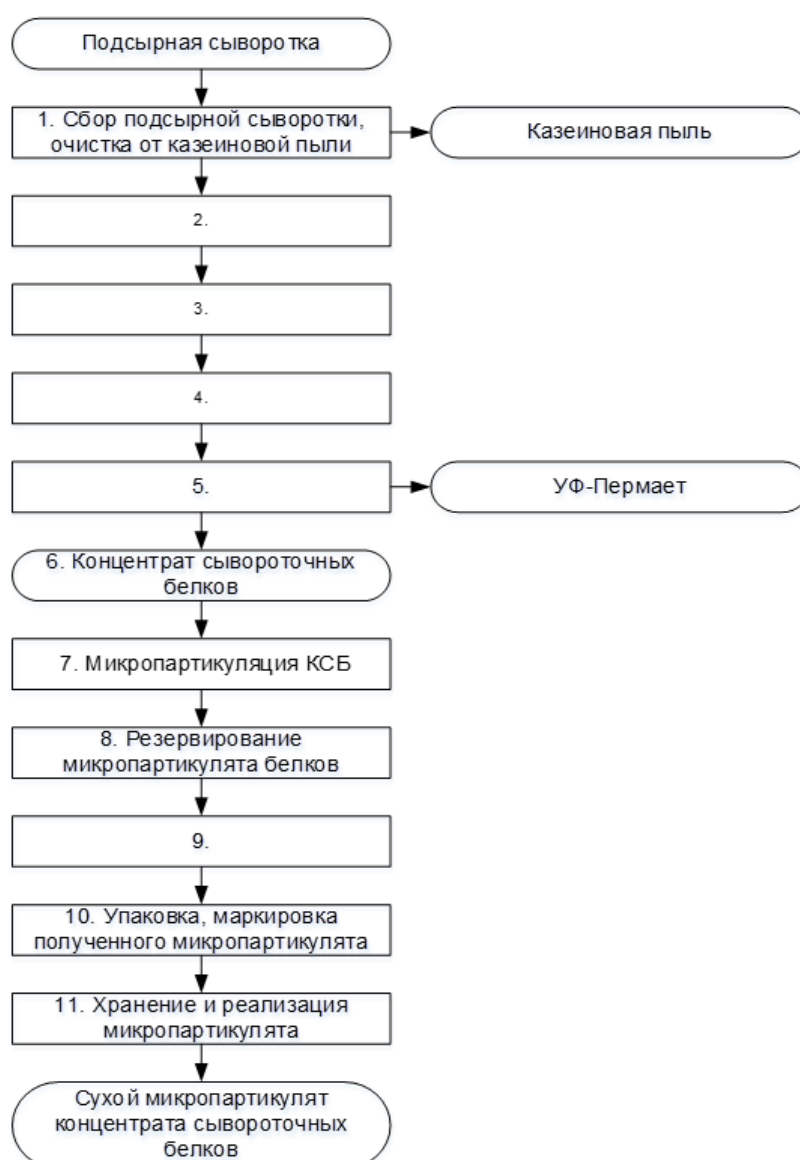


Рис. 3.2.1. Блок-схема получения микропартикулята концентрата сывороточных белков

Изучите технологический процесс получения микропартикулята и укажите недостающие на схеме технологические операции в правильной последовательности.

Перечень технологических операций:

- А. Ультрафильтрация подсырной сыворотки.
- В. Резервирование подсырной сыворотки.
- С. Оценка качества подсырной сыворотки.
- Д. Охлаждение подсырной сыворотки.
- Е. Сушка микропартикулята концентрата сывороточных белков.

**Ответ:** 2 — Д, 3 — В, 4 — С, 5 — А, 9 — Е.

### ***Критерии оценивания***

За данную задачу предусмотрена система оценивания частично правильного ответа: за каждый правильный вариант ответа начисляются отдельные баллы (3 балла), сумма которых равна итоговому баллу за полностью верно решенную задачу.

### ***Задача 3.2.1.20. Технология получения микропартикулята — 2 (15 баллов)***

Темы: микропартикуляты, сывороточные белки молока, молочная сыворотка и продукты ее переработки.

### ***Условие***

Соотнесите технологические операции получения микропартикулята из задачи «Технология получения микропартикулята — 1» 3.2.1.19 с соответствующими им технологическими параметрами процесса.

Технологические операции:

1. Ультрафильтрация подсырной сыворотки.
2. Резервирование подсырной сыворотки.
3. Оценка качества подсырной сыворотки.
4. Охлаждение подсырной сыворотки.
5. Сушка микропартикулята концентрата сывороточных белков.

Технологические параметры:

- А. Температура не более 10 °С, максимальная продолжительность до 20 ч.
- В. Температура не более 10 °С.
- С. Температура 8–10 °С, давление 2,5 бар.
- Д. Титруемая кислотность — для подсырной сыворотки не более 20 °Т. Активная кислотность — для подсырной сыворотки не менее 5,8. Массовая доля сухих веществ — для подсырной сыворотки не менее 5,5%. Массовая доля жира — для подсырной сыворотки не более 0,2%. Плотность — для подсырной сыворотки не менее 1020 кг/м<sup>3</sup>. Температура — для подсырной сыворотки не более 10 °С.
- Е. Температура воздуха на входе 165–175 °С. Температура воздуха на выходе 90 ± 2 °С. Температура сухого микропартикулята 25–30 °С.

**Ответ:** 1 — С, 2 — А, 3 — D, 4 — В, 5 — Е.

### **Задача 3.2.1.21. Процесс инкапсулирования (7 баллов)**

*Тема: инкапсулирование.*

#### **Условие**

Капсулирование материалов заключается в нанесении тонких полимерных оболочек на твердые дисперсные материалы с размером частиц от десятков микрометров до нескольких миллиметров. В области биотехнологии процесс микрокапсулирования можно определить как операцию изоляции пробиотических микроорганизмов от окружающей среды с возможностью их контролируемого высвобождения в кишечнике в определенное время при определенных условиях.

Какое вещество может быть использовано в качестве оболочки при микрокапсулировании? Выберите один или несколько правильных ответов:

- А. альгинат натрия;
- В. хитозан;
- С. желатин;
- Д. сок алоэ;
- Е. яичный белок.

**Ответ:** А, В, С.

### **Задача 3.2.1.22. Процесс инкапсулирования 2 (6 баллов)**

*Тема: инкапсулирование.*

#### **Условие**

Выберите один или несколько правильных ответов.

Какие проблемы можно решить с использованием микрокапсулирования в биотехнологии?

- А. Уменьшение реакционной способности лекарственных веществ.
- В. Придание субстанции новых физических свойств — снизить летучесть, изменить плотность, замаскировать цвет, вкус, запах.
- С. Пролонгированность действия лекарственных препаратов и заквасочных культур.
- Д. Увеличение стабильности экстрактов лекарственного растительного сырья.
- Е. Доставка биологически активных молекул в продукты питания.
- Ф. Снижение себестоимости получаемого продукта.

**Ответ:** А, В, С, D, Е.



### Задача 3.2.1.23. Процесс инкапсулирования 3 (7 баллов)

Тема: инкапсулирование.

#### Условие

Выберите один или несколько правильных ответов.

Как называют то вещество, которое заключают внутрь микрокапсулы?

- A. Активное вещество.
- B. Основной продукт.
- C. Внутренняя фаза.
- D. Мембрана.
- E. Матрица.

**Ответ:** A, B, C.

## 3.2.2. Задания для инженера-биофизика

### Задача 3.2.2.1. Производство пищевых эмульсий (44 балла)

Тема: эмульгирование.

#### Условие

Используя представленную машинно-аппаратурную схему процесса производства эмульсии (рис. 3.2.2), укажите наименование используемого технологического оборудования из предложенного списка, соответствующее его номеру на схеме.

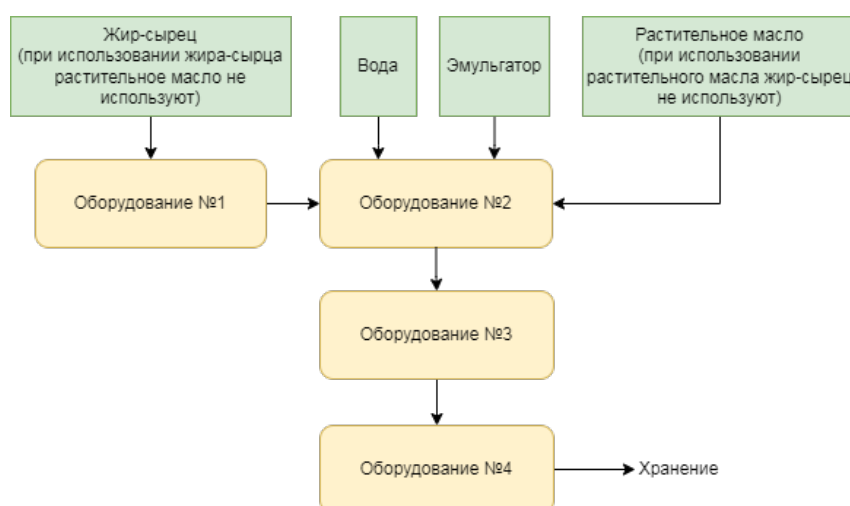


Рис. 3.2.2. Машинно-аппаратурная схема производства эмульсии

Перечень возможного оборудования:

- A. автоклав,

- В. вакуум-выпарной аппарат,
- С. волчок,
- Д. коптильно-варочная камера,
- Е. куттер,
- Г. макаронный пресс,
- Ж. пароконвектомат,
- И. печь,
- К. шприц,
- Л. протирачная машина,
- М. расстоечный шкаф,
- Н. сепаратор,
- О. сушильная камера,
- П. творогоизготовитель,
- Р. тестоделительная машина,
- С. эмульсатор,
- Т. холодильная камера,
- У. емкость для резервирования сыворотки.

**Ответ:** 1 — С, 2 — Е, 3 — Р, 4 — Q.

### ***Задача 3.2.2.2. Производство сухого микропартикулята (56 баллов)***

*Тема: микропартикулирование.*

#### ***Условие***

Используя результаты разработки технологической схемы процесса производства сухого микропартикулята, а также представленную на рис. 3.2.3 машинно-аппаратурную схему процесса, укажите наименование используемого технологического оборудования из предложенного списка, соответствующее его номеру на схеме.

Перечень возможного оборудования:

- А. автоклав,
- В. вакуум-выпарная установка,
- С. волчок,
- Д. маслообразователь,
- Е. емкость для резервирования микропартикулята концентрата сывороточных белков,
- Г. куттер,
- Ж. емкость для резервирования сыворотки,
- И. макаронный пресс,
- К. машина для раскатки теста,
- Л. охладители тоннельного типа,

- К. пароконвектомат,
- Л. фризер,
- М. печь,
- Н. протирачная машина,
- О. расстоечный шкаф,
- Р. сепаратор,
- Q. творогоизготовитель,
- Р. сыродельная ванна,
- S. теплообменный аппарат,
- Т. маслоизготовитель,
- U. тестомесильная машина,
- V. тестоокруглительная машина,
- W. ультрафильтрационная установка,
- X. установка для микропартикуляции концентрата сывороточных белков,
- Y. установка для распылительной сушки,
- Z. эмульсатор.

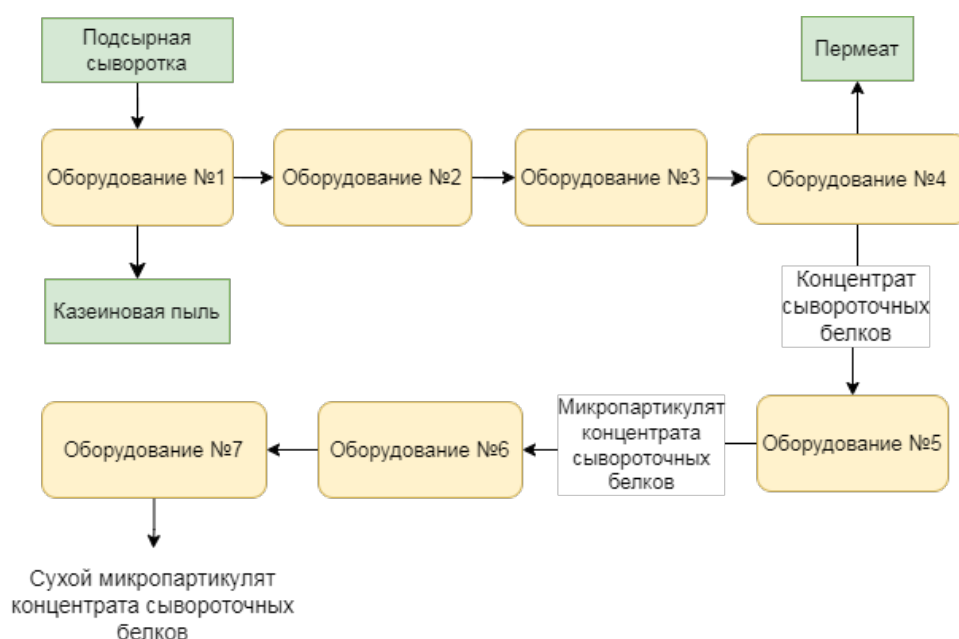


Рис. 3.2.3. Машинно-аппаратурная схема производства сухого микропартикулята концентрата сывороточных белков.

**Ответ:** 1 — Р, 2 — S, 3 — G, 4 — W, 5 — X, 6 — E, 7 — Y.

### **Критерии оценивания**

За данную задачу предусмотрена система оценивания частично правильного ответа: за каждый правильный вариант ответа начисляются отдельные баллы (8 баллов), сумма которых равна итоговому баллу за полностью верно решенную задачу.

### 3.2.3. Задания для специалиста по качеству

#### **Задача 3.2.3.1. Требования к безопасности пищевой продукции 1 (5 баллов)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

##### **Условие**

Инженер по качеству разрабатывает нормативную документацию (технические условия) для производства пищевой продукции. В нормативной документации (технических условиях) необходимо определить требования к качеству и безопасности продукта, а также подтвердить их соответствие требованиям Технических регламентов Евразийского экономического союза. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» разработан с целью установления на единой таможенной территории Евразийского союза единых обязательных для применения и исполнения требований к безопасности пищевой продукции, обеспечения свободного перемещения пищевой продукции, выпускаемой в обращение.

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Производственные помещения, в которых осуществляется производство (изготовление) пищевой продукции, должны быть оборудованы:

- А. туалетами, двери которых не должны выходить в производственные помещения и должны быть оборудованы вешалками для рабочей одежды перед входом в тамбур, оснащенный умывальниками с устройствами для мытья рук;
- В. средствами естественной и механической вентиляции, количество и (или) мощность, конструкция и исполнение которых позволяют избежать загрязнения пищевой продукции, а также обеспечивают доступ к фильтрам и другим частям указанных систем, требующим чистки или замены;
- С. для хранения любых веществ и материалов, не используемых при производстве (изготовлении) пищевой продукции, в том числе моющих и дезинфицирующих средств за исключением моющих и дезинфицирующих средств;
- Д. естественным или искусственным освещением;
- Е. встречными или перекрестными потоками продовольственного (пищевого) сырья и пищевой продукции, загрязненного и чистого инвентаря.

**Ответ:** А, В, Д.

#### **Задача 3.2.3.2. Требования к безопасности пищевой продукции 2 (5 баллов)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Выберите правильный вариант (варианты) ответа.

К регламентируемым микробиологическим показателям биологически активных добавок к пище относят:

- A. E.coli;
- B. сульфитредуцирующие клостридии;
- C. бактерии рода Proteus;
- D. S.aureus;
- E. бактерии группы кишечных палочек (колиформы).

**Ответ:** A, D, E.

**Задача 3.2.3.3. Требования к безопасности пищевой продукции 3 (5 баллов)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

К гигиеническим требованиям безопасности биологически активных добавок к пище относят показатели:

- A. токсичных элементов;
- B. содержание хлора;
- C. антибиотиков;
- D. пестицидов.

**Ответ:** A, D.

**Задача 3.2.3.4. Требования к безопасности пищевой продукции 4 (5 баллов)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

К гигиеническим требованиям безопасности пищевой продукции относят показатели:

- A. ДДТ и его метаболиты;
- B. органолептические;
- C. ртутьорганические пестициды;
- D. диоксины.

**Ответ:** A, C, D.

### ***Задача 3.2.3.5. Требования к безопасности пищевой продукции 5 (5 баллов)***

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

#### ***Условие***

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

К требованиям безопасности относятся:

- A. санитарно-эпидемиологические;
- B. ветеринарные;
- C. физико-химические;
- D. идентификационные.

**Ответ:** A, B.

### ***Задача 3.2.3.6. Требования к безопасности пищевой продукции 6 (4 балла)***

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

#### ***Условие***

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения, называется:

- A. безопасностью пищевой продукции;
- B. защитой пищевой продукции;
- C. безвредностью пищевой продукции;
- D. стерилизованной пищевой продукцией.

**Ответ:** A.

### **Задача 3.2.3.7. Требования к безопасности пищевой продукции 7 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

#### **Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Воздействие неблагоприятных факторов, связанных с наличием в пищевой продукции контаминантов, загрязнителей, создающих угрозу жизни или здоровью человека, либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений, называется:

- А. вредным воздействием на человека пищевой продукции;
- В. загрязняющим воздействием на человека пищевой продукции;
- С. угрожающим воздействием на человека пищевой продукции;
- Д. уголовно-наказуемым воздействием на человека пищевой продукции.

**Ответ:** А.

### **Задача 3.2.3.8. Требования к безопасности пищевой продукции 8 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

#### **Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Процедура отнесения пищевой продукции к объектам технического регулирования технического регламента называется:

- А. идентификацией пищевой продукции;
- В. исследованием пищевой продукции;
- С. созданием пищевой продукции;
- Д. анализом пищевой продукции.

**Ответ:** А.

### **Задача 3.2.3.9. Требования к безопасности пищевой продукции 9 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Попадание в пищевую продукцию предметов, частиц, веществ и организмов (контаминантов, загрязнителей) и присутствие их в количествах, несвойственных данной пищевой продукции или превышающих установленные уровни, вследствие чего она приобретает опасные для человека свойства называется:

- А. контаминацией пищевой продукции;
- В. засорением пищевой продукции;
- С. нарушением законодательства;
- Д. физически опасными факторами.

**Ответ:** А.

**Задача 3.2.3.10. Требования к безопасности пищевой продукции  
10 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Живые непатогенные и нетоксигенные микроорганизмы — представители защитных групп нормального кишечного микробиоценоза здорового человека и природных симбиотических ассоциаций, поступающие в составе пищевой продукции для улучшения (оптимизации) состава и биологической активности защитной микрофлоры кишечника человека — это:

- А. пробиотические микроорганизмы;
- В. пребиотики;
- С. симбиотики;
- Д. антибиотики.

**Ответ:** А.

**Задача 3.2.3.11. Требования к безопасности пищевой продукции  
11 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.



**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Если пищевую продукцию невозможно идентифицировать методом по наименованию, визуальным или органолептическими методами, то применяется метод:

- А. аналитический;
- В. сравнительный;
- С. исследовательский;
- Д. сличения.

**Ответ:** А.

**Задача 3.2.3.12. Требования к безопасности пищевой продукции  
12 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Хранение продовольственного (пищевого) сырья и компонентов, используемых при производстве (изготовлении) пищевой продукции, должно осуществляться в условиях:

- А. обеспечивающих предотвращение порчи и защиту этого сырья и этих компонентов от загрязняющих веществ;
- В. оборудованных помещений;
- С. обеспечивающих доступ воздуха и вентиляции;
- Д. соблюдения персоналом личной гигиены.

**Ответ:** А.

**Задача 3.2.3.13. Требования к безопасности пищевой продукции  
13 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

К токсичным элементам биологически активных добавок к пище относят:

- A. свинец;
- B. бактерии группы кишечной палочки;
- C. перекисное число;
- D. ртуть;
- E. pH.

**Ответ:** A, D.

**Задача 3.2.3.14. Требования к безопасности пищевой продукции  
14 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Выберите правильный вариант (варианты) ответа.

Содержание ртути в БАД на основе пробиотических микроорганизмов не должно превышать:

- A. 0,005 мг/кг;
- B. 0,003;
- C. 0,1;
- D. не нормируется.

**Ответ:** A.

**Задача 3.2.3.15. Требования к безопасности пищевой продукции  
15 (4 балла)**

Темы: изучение обязательных требований Технического регламента Евразийского экономического союза ТР ТС 021/2011, умение определять необходимые показатели безопасности в зависимости от вида пищевой продукции.

**Условие**

Дополните предложение, выбрав правильный вариант (варианты).

Вещества, являющиеся составными частями пищевой продукции, которые используются организмом человека как источники энергии, источники или предшественники субстратов для построения, роста и обновления органов и тканей, образования физиологически активных веществ, участвующих в регуляции процессов жизнедеятельности и определяющие пищевую ценность пищевой продукции называются:

- A. ароматизаторами;

- В. нутриентами;
- С. биологически активными добавками к пище (БАД);
- Д. пребиотиками.

**Ответ:** В.

### **Задача 3.2.3.16. Специалист по качеству. Сырьевые компоненты 1 (11 баллов)**

Темы: сырьевые компоненты, требования законодательства, масложировая продукция.

#### **Условие**

Согласно действующему законодательству, требования к масложировой продукции изложены в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию». Данный технический регламент разработан с целью установления на единой таможенной территории Таможенного союза единых обязательных для применения и исполнения требований к масложировой продукции, обеспечения свободного перемещения масложировой продукции, выпускаемой в обращение.

Масложировая продукция — это масла растительные и продукция, изготавливаемая на основе растительных или растительных и животных масел и жиров (включая жиры рыб и морских млекопитающих) с добавлением или без добавления воды, пищевых добавок и других ингредиентов. Пищевая масложировая продукция — масложировая продукция, предназначенная для употребления в пищу или применения в различных отраслях пищевой промышленности.

Руководствуясь требованиями ТР ТС 024/2011, решите ситуационные задачи, приведенные ниже.

При составлении рецептуры пищевых эмульсий в качестве эмульгатора растительного происхождения используют масло подсолнечное, рафинированное дезодорированное. В испытательную лабораторию на испытания поступило подсолнечное рафинированное растительное масло со следующими показателями безопасности, см. таблицу 3.2.10.

Таблица 3.2.10

Показатели	Уровни	Примечания
Бенз(а)пирен	0,001 мг/кг	—
Показатели окислительной порчи:	—	—
	0,55 мг гидроокиси калия/г (мг КОН/г)	Для рафинированных масел и их фракций
Перекисное число	10,0 мэкв/кг	—

Определите, соответствуют ли полученные показатели требованиям Таможенного союза ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию»:

- А. соответствуют;
- В. не соответствуют.

**Ответ:** А.

### ***Задача 3.2.3.17. Специалист по качеству. Сырьевые компоненты 2 (14 баллов)***

Темы: сырьевые компоненты, требования законодательства, масложировая продукция.

#### ***Условие***

Перерабатывающее предприятие ООО «ОЛИВАПЛЮС» вырабатывает масложировую продукцию. Согласно ТР ТС 024/2011, безопасность пищевой масложировой продукции в процессе ее производства должна быть обеспечена рядом процедур. Руководствуясь перечнем процедур для заполнения схемы, заполните схему «Порядок процедур для обеспечения безопасности пищевой масложировой продукции в процессе ее производства» — рис. 3.2.4.

Перечень процедур для заполнения схемы приводится ниже.

Безопасность пищевой масложировой продукции в процессе ее производства обеспечивается:

- А. Данными о мероприятиях по производственному контролю и об их периодичности.
- В. Выбором технологических процессов и режимов их осуществления на всех этапах (участках) производства пищевой масложировой продукции.
- С. Выбором оптимальной последовательности технологических процессов, исключающей загрязнение производимой пищевой масложировой продукции.
- Д. Контролем за работой технологического оборудования.
- Е. Перечнем и значениями контролируемых параметров, связанных с соблюдением требований к масложировой продукции, установленных техническим регламентом.
- Г. Безопасностью сырья и пищевых добавок, необходимых для производства масложировой продукции.
- Г. Содержанием производственных помещений, технологического оборудования и инвентаря, используемых в процессе производства пищевой масложировой продукции, в состоянии, исключающем загрязнение пищевой масложировой продукции.
- Н. Доступностью умывальников и санузлов.
- И. Выбором способов и периодичности санитарной обработки, дезинфекции, дезинсекции и дератизации производственных помещений, санитарной обработки и дезинфекции технологического оборудования и инвентаря, используемых в процессе производства пищевой масложировой продукции.
- Ж. Ведением и хранением документации, подтверждающей выполнение требований настоящего технического регламента.

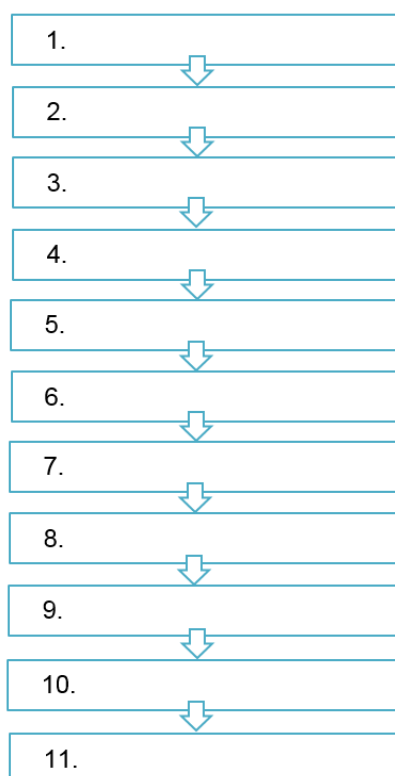


Рис. 3.2.4. Порядок процедур для обеспечения безопасности пищевой масложировой продукции в процессе ее производства.

**Ответ:** 1 — В, 2 — С, 3 — D, 4 — F, 5 — G, 6 — I, 7 — J.

### ***Задача 3.2.3.18. Специалист по качеству. Сырьевые компоненты 3 (9 баллов)***

Темы: сырьевые компоненты, требования законодательства, масложировая продукция.

#### ***Условие***

Растительное масло относится к масложировой продукции и подлежит розничной и оптовой торговле на таможенной территории Таможенного союза. Для этого необходимо продукцию декларировать. Декларирование соответствия масложировой продукции требованиям технического регламента осуществляется путем принятия по выбору заявителя декларации о соответствии на основании собственных доказательств и (или) на основании доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной лаборатории (центра), включенными в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза. Перечислите схемы декларирования, подходящие для данной процедуры.

**Ответ:** 1Д, 2Д, 3Д, 4Д, 6Д.

## 4. Заключительный этап

### 4.1. Работа наставника НТО при подготовке к этапу

На этапе подготовки к заключительному этапу НТО наставник решает две важные задачи: помощь участникам в подготовке к предстоящим соревнованиям и формирование устойчивой и слаженной команды. Заключительный этап требует высокой слаженности, уверенности и глубоких знаний, и наставник становится тем, кто объединяет усилия участников и направляет их в нужное русло.

Наставник помогает участникам:

- разобрать задания прошлых лет, используя официальные сборники, чтобы понять структуру финальных испытаний, типы задач и ожидаемый уровень сложности;
- изучить организационные особенности заключительного этапа, включая формат проведения, регламент, продолжительность и технические нюансы;
- спланировать подготовку — на основе даты начала финала составляется четкий график занятий, в котором распределены темы, практикумы и командные тренировки;
- обратиться (при необходимости) за консультацией к разработчикам заданий по профилю, уточнить, на какие аспекты подготовки следует обратить особое внимание, и получить дополнительные материалы.

Также рекомендуется участие в мероприятиях от организаторов, таких как:

- установочные вебинары и открытые разборы задач;
- хакатоны, практикумы и мастер-классы для финалистов;
- встречи в онлайн-формате, информация о которых публикуется в группе НТО во «ВКонтакте» и в телеграм-чатах профилей.

Наставнику необходимо уделить внимание работе на формировании устойчивой, продуктивной и мотивированной команды:

- **Сплочение команды.** Это особенно актуально, если участники живут в разных городах. Регулярные онлайн-встречи, совместная работа над задачами и неформальное общение помогают наладить доверие и улучшить командную динамику.
- **Анализ ролей.** Наставник вместе с командой определяет, кто за что отвечает, какие задачи входят в зону ответственности каждого участника. Также обсуждаются возможности взаимозаменяемости на случай непредвиденных ситуаций.
- **Оценка компетенций.** Важно определить, какими знаниями и навыками уже обладают участники, а какие необходимо развить. На основе этого формируется индивидуальный и командный план подготовки.
- **Участие в подготовительных мероприятиях от разработчиков профилей.**

---

Перед заключительным этапом проводятся установочные вебинары, разборы задач прошлых лет, практикумы, мастер-классы для финалистов. Информация о таких мероприятиях публикуется в группе НТО в VK и в чатах профилей в Telegram.

- **Практика в формате хакатонов.** Наставник может организовать дистанционные хакатоны или практикумы с использованием заданий прошлых лет и методических рекомендаций из официальных сборников.

Таким образом, наставник становится координатором и моральной опорой команды, помогая пройти заключительный этап НТО с максимальной уверенностью и результатом.

## 4.2. Предметный тур

### 4.2.1. Химия. 8–9 классы

#### **Задача 4.2.1.1. Биотический элемент А: и страшно, и важно (25 баллов)**

Темы: неорганическая химия, химическая технология, экспертиза качества товара, расчеты по уравнениям реакций, атомистика, генетическая связь соединений.

#### **Условие**

*«Мир химических процессов подобен театральным подмосткам, на которых разыгрывается сцена за сцена. Действующие лица в них — элементы. Каждому из элементов назначена своя особенная роль: иногда роль статиста, иногда роль одного из главных действующих лиц».*

*К. Винклер, немецкий химик, 1897 г.*



Рис. 4.2.1

Неизвестный химический элемент **А** относится к группе биотических элементов. Его соединения в высшей степени окисления обладают выраженными окислительными свойствами, тогда как катионная форма **А** — необходимый кофактор ферментативной активности в организме. Он является изотопно-чистым элементом, так как состоит из единственного стабильного изотопа. Искусственно полученные изотопы используют преимущественно в научных целях.

Установите неизвестный элемент и осуществите неорганические синтезы с участием исходной соли нитрата **А** согласно схеме:

1. Соль элемента **А** образует аддукт  $A(NO_3)_2 \cdot 9NH_3$ . Массовая доля  $\omega_A = 16,566\%$ .



2. Обработка водного раствора соли нитрата нашатырным спиртом и углекислым газом приводит к осаждению светло-розового твердого вещества — компонента микроудобрений и смесей премиксов. Побочный продукт реакции, нитрат аммония, используется в качестве удобрения (реакция 1).
3. Твердый продукт реакции 1 выделили, высушили и разделили на три порции. В первую порцию добавили разбавленную азотную кислоту (реакция 2); вторую поместили в воду и пропустили углекислый газ (реакция 3). В обоих случаях осадок растворился. Третью порцию влажного осадка обработали сернистым ангидридом (реакция 4).
4. Соль нитрат прокалили; при этом получился осадок бурого цвета. Известно, что в древности данный минерал использовали как компонент пигментных красок (реакция 5). Это же самое вещество можно получить при взаимодействии катионной и анионной форм элемента **A** (реакция 6).
5. Анионная форма элемента **A** является растворимой солью сильной неорганической кислоты фиолетово-красного цвета, которая в чистом виде не выделена. Данная кислота может быть получена по реакции ионного обмена с раствором серной кислоты (реакция 7). Альтернативный синтез кислоты проводят с использованием исходной соли нитрата в среде азотной кислоты в присутствии нитрата свинца (II) (реакция 8). При взаимодействии водного раствора данной соли с газообразным веществом с запахом тухлой рыбы происходит обесцвечивание раствора (реакция 9).
6. Из анионной соли элемента **A** в присутствии серной концентрированной кислоты можно получить высший оксид  $A_xO_y$  — маслянистая жидкость с металлическим блеском, изменяющая окраску в проходящем свете с зеленой на красную (реакция 10). Данное вещество разлагается со взрывом, при этом выделяются аллотропные модификации одного из биогенных элементов (реакции 11–12).
7. Высший оксид элемента **A**, в отличие от низшего, легко растворяется в щелочах и воде (реакции 13–14).

### Решение

Таблица 4.2.1

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	<p>Соль элемента A образует аддукт <math>A(NO_3)_2 \cdot 9NH_3</math>. Массовая доля <math>\omega_A = 16,566\%</math>, поэтому:</p> $M_A = \frac{x}{x + 62 \cdot 2 + 9 \cdot 17} = 0,16566;$ $M_A = 54,9 \approx 55 \text{ г/моль.}$ <p>Это марганец Mn.</p>	1 балл
2.	<p>Реакция 1:</p> $Mn(NO_3)_2 + 2H_2O + CO_2 + 2NH_3 \longrightarrow 2NH_4NO_3 + MnCO_3 \downarrow.$	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
3.	Реакция 2: $\text{MnCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}.$	1 балл
4.	Реакция 3: $\text{MnCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mn}(\text{HCO}_3)_2.$	1 балл
5.	Реакция 4: $\text{MnCO}_3 + \text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{MnSO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}.$	3 балла
6.	Реакция 5: $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{180^\circ\text{C}} \text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{NO}_2 \uparrow.$	2 балла
7.	Реакция 6: $3\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 5\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3 + 4\text{HNO}_3.$	3 балла
8.	Реакция 7: $\text{Ba}(\text{MnO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{HMnO}_4 + \text{BaSO}_4 \downarrow.$	1 балл
9.	Реакция 8: $2\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + 5\text{PbO}_2 + 6\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{HMnO}_4 + 5\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}.$	3 балла
10.	Реакция 9: $3\text{PH}_3 + 8\text{KMnO}_4 \longrightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4 + 8\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}.$	3 балла
11.	Реакция 10: $2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ или можно с $\text{KHSO}_4$ .	1 балл
12.	Реакция 11: $2\text{Mn}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} 4\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{O}_2 \uparrow.$	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
13.	Реакция 12: $\text{Mn}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} 2\text{MnO}_2 \downarrow + \text{O}_3 \uparrow.$	2 балла
14.	Реакция 13: $\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HMnO}_4.$	1 балл
15.	Реакция 14: $\text{Mn}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$	1 балл
Итого		25 баллов

#### **Задача 4.2.1.2. Пищевые добавки E200-E299 Консерванты (25 баллов)**

Темы: неорганическая химия, химическая технология, экспертиза качества товара, расчеты по уравнениям реакций, атомистика, генетическая связь соединений.

##### **Условие**

Для регулирования всех пищевых добавок и информирования потребителей каждой добавке присваивается уникальный номер, называемый «номер Е». Система нумерации была доработана и принята для международной классификации Кодекс Алиментариус. Первая цифра кода говорит об общем назначении добавки. Например, E200 – E299 Консерванты.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 33294-2015 регламентирует требования к качеству пищевой добавки E249 Нитрит калия на территории Российской Федерации. Ее используют в пищевой промышленности как защиту от ботулотоксина. Нитритную соль добавляют в сырокопченые, вареные, полукопченые колбасы, сосиски, сардельки и ветчину.



Рис. 4.2.2

Пищевая добавка E252 Нитрат калия относится к консервантам синтетического происхождения, используется в технологических целях в процессе производства пищевых продуктов для увеличения длительности хранения.

При проведении оценки качества поступившей в лабораторию партии нитрата калия было обнаружено, что нарушена герметичность первичной упаковки. Для предварительной экспертизы качества пищевой добавки навеску образца нитрата калия массой 28,7 г, содержащего в качестве примеси нитрит калия, нагревали до постоянного веса (реакция 1).

Остаток, представляющий собой единственное сложное вещество, смешали с порцией нашатыря; данную порошковую смесь растворили в горячей воде (реакция 2). Объем газа, выделившегося по первой реакции, в три раза меньше объема газа по второй реакции.

Установите массовые доли компонентов исходного образца, предоставленного для экспертизы. Рассчитайте массовую долю нейтронов в этой навеске.

К охлажденному раствору (реакция 2) массой 100 г добавили 15%-й раствор хлората натрия до полного протекания реакции. Вычислите массовую долю растворенного вещества.

### Решение

Таблица 4.2.2

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	Пусть в навеске образца было $x$ моль $\text{KNO}_2$ и $y$ моль $\text{KNO}_3$ , тогда: $m_{\text{смеси}} = 85x + 101y = 28,7.$	2 балла
2.	Реакция I: $\underset{85 \text{ г/моль}}{2 \text{ KNO}_3} \xrightarrow{t} \underset{x \text{ моль}}{2 \text{ KNO}_2} + \underset{0,5y \text{ моль}}{\text{O}_2}.$ При температуре протекает разложение $\text{KNO}_3$ , и образуется дополнительная порция нитрита калия. Это единственное сложное вещество по реакции 1.	3 балла
3.	Реакция II: $\text{KNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t} \text{KCl} + \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}.$	1 балл
4.	После прокаливании: $n_{\text{общ I+II}} \text{KNO}_2 = (x + y) \text{ моль};$ $\frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{N}_2}} = \frac{1}{3} = \frac{0,5y}{x + y};$ $x = 0,5y.$	2 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
5.	<p>Решаем систему уравнений:</p> $\begin{cases} 85x + 101y = 28,7, \\ 0,5y = x. \end{cases}$ <p><math>y = 0,2</math> моль — исходное количество <math>\text{KNO}_3</math>; <math>x = 0,1</math> моль — исходное количество <math>\text{KNO}_2</math> (примесь).</p>	3 балла
6.	$m_{\text{исх}} \text{KNO}_2 = 0,1 \cdot 85 = 8,5 \text{ г};$ $m_{\text{исх}} \text{KNO}_3 = 0,2 \cdot 101 = 20,2 \text{ г};$ $\omega_{\text{KNO}_2} = \frac{8,5}{28,7} \cdot 100\% = 29,62\%;$ $\omega_{\text{KNO}_3} = \frac{20,2}{28,7} \cdot 100\% = 70,38\%.$	3 балла
7.	$n_{\text{нейтронов}} \text{KNO}_2 = 20 + 7 + 2 \cdot 8 = 43;$ $n_{\text{нейтронов}} \text{KNO}_3 = 20 + 7 + 3 \cdot 8 = 51;$ $m_{\text{нейтронов}} \text{ общ} = 43 \cdot 0,1 + 51 \cdot 0,2 = 14,5 \text{ г};$ $\omega_{\text{нейтронов}} = \frac{14,5}{28,7} \cdot 100\% = 50,52\%.$	2 балла
8.	$\overset{0,3 \text{ моль}}{\text{KCl}} + \overset{0,3 \text{ моль}}{\text{NaClO}_3} \xrightarrow{\text{охлаждение}} \overset{0,3 \text{ моль}}{\text{KClO}_3 \downarrow} + \overset{0,3 \text{ моль}}{\text{NaCl}}.$	3 балла
9.	$m_{\text{NaClO}_3} = 0,3 \cdot 106,5 = 31,95 \text{ г};$ $m_{\text{KClO}_3} = 0,3 \cdot 122,5 = 36,75 \text{ г}.$ <p>Растворимость хлората калия низкая, поэтому при комнатной температуре из раствора выпадает осадок.</p>	2 балла
10.	$m_{\text{исх р-р NaClO}_3} = \frac{31,95}{0,15} = 213 \text{ г}.$	1 балл
11.	$m_{\text{конеч. р-р}} = m_{\text{исх. р-р NaClO}_3} + m_{\text{исх. р-р KCl}} - m_{\text{KClO}_3} =$ $= 213 + 100 - 36,75 = 276,25 \text{ г}.$	2 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
12.	$m_{\text{NaCl}} = 0,3 \cdot 58,5 = 17,55 \text{ г};$ $\omega_{\text{NaCl}} = \frac{17,55}{276,25} \cdot 100\% = 6,35\%.$	1 балл
Итого		25 баллов

### **Задача 4.2.1.3. Он же «ГЛИЦИЙ», он же бериллий (25 баллов)**

Темы: неорганическая химия, материаловедение и новые материалы, расчеты по уравнениям реакций, свойства амфотерных соединений, массовая доля вещества.

#### **Условие**



Рис. 4.2.3

Преимущественное использование бериллия и его соединений: металлургия, ядерная энергетика, аэрокосмическая техника. Из-за высокой токсичности его соединения не используются для пищевой промышленности. Бериллиевая бронза — это цветной сплав, используемый в пружинах, датчиках нагрузки и других деталях, которые должны сохранять свою форму при многократных нагрузках и деформациях. Применяется для изготовления инструмента, не издающего искрения при использовании — такой инструмент незаменим при работе в пожаро- и взрывоопасных условиях. Изделия, изготовленные из бериллиевой бронзы, имеют пометку «BeCu».

Образец экспериментального сплава, содержащего бериллий, медь, кремний, растворили в горячем растворе гидроксида калия. При этом выделилось 7,258 л газа и образовался твердый остаток массой 54,4 г.

Идентичную навеску смеси металлов растворили в разбавленной азотной кислоте. При этом выделилось 15,456 л газа.

Определите массовые доли веществ в смеси (в процентах). Рассчитайте минимальный объем 10%-го раствора гидроксида калия ( $\rho = 1,1187 \text{ г/мл}$  при н.у.), необходимого для полного растворения навески.

#### **Решение**

Таблица 4.2.3

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	Реакция I: $\text{Be} + 2 \text{KOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2.$	3 балла
2.	Реакция II: $\text{Si} + 2 \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2 \text{H}_2 \uparrow.$	2 балла
3.	Си со щелочью не реагирует, поэтому масса твердого остатка: $n_{\text{Cu}} = \frac{54,4 \text{ г}}{64 \text{ г/моль}} = 0,85 \text{ моль}.$ И в первой, и во второй порции.	1 балл
4.	$n_{\text{H}_2\text{общ}_{I+II}} = \frac{7,258 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,324 \text{ моль}.$	1 балл
5.	Si с азотной кислотой не реагирует.	1 балл
6.	$n_{\text{NOобщ}_{III+IV}} = \frac{15,456 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,69 \text{ моль}.$	1 балл
7.	Реакция III: $3 \text{Cu} + 8 \text{HNO}_{3\text{разб}} \longrightarrow 3 \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O} \uparrow;$ $\frac{n_{\text{Cu}}}{n_{\text{NO}}} = \frac{3}{2} = \frac{0,85 \text{ моль}}{0,567 \text{ моль}}.$	3 балла
8.	Реакция IV: $3 \text{Be} + 8 \text{HNO}_{3\text{разб}} \longrightarrow 3 \text{Be}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2\text{O} \uparrow.$	3 балла
9.	$n_{\text{NO}_{IV}} = (0,69 - 0,567) \text{ моль} = 0,123 \text{ моль};$ $\frac{n_{\text{Be}}}{n_{\text{NO}}} = \frac{3}{2} = \frac{0,185 \text{ моль}}{0,123 \text{ моль}}.$ И в первой, и во второй порции.	2 балла
10.	$n_{\text{H}_2\text{общ}_{II}} = 0,324 - 0,185 = 0,139 \text{ моль};$ $n_{\text{H}_2\text{общ}_{II}} = 2n_{\text{Si}} = 0,139 \text{ моль}.$	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
11.	$m_{\text{Cu}} = 0,85 \cdot 64 = 54,4 \text{ г};$ $m_{\text{Be}} = 0,185 \cdot 9 = 1,665 \text{ г};$ $m_{\text{Si}} = 0,0695 \cdot 28 = 1,946 \text{ г}.$	2 балла
12.	$m_{\text{смеси}} = 58,011 \text{ г} \approx 58 \text{ г}.$	1 балл
13.	$\omega_{\text{Cu}} = 93,79\%;$ $\omega_{\text{Be}} = 2,87\%;$ $\omega_{\text{Si}} = 3,36\%.$	1 балл
14.	По реакции I+II: $n_{\text{KOH}_{\text{общ}}} = 0,37 + 0,139 = 0,509 \text{ моль};$ $m_{\text{KOH}} = 0,509 \cdot 56 = 28,504 \text{ г} \approx 28,5 \text{ г}.$	1 балл
15.	$m_{\text{KOH}_{\text{р-ра}}} = 285 \text{ г}.$	1 балл
16.	$V_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho} = 254,76 \text{ мл}.$	1 балл
<b>Итого</b>		25 баллов

#### **Задача 4.2.1.4. Активные формы кислорода (25 баллов)**

Темы: неорганическая химия, фармацевтическая химия, химическая технология, экспертиза качества товара, расчеты по уравнениям реакций, генетическая связь соединений.

##### **Условие**

Антисептическое действие перекиси водорода обусловлено окислительным эффектом и создает неблагоприятные условия для развития микроорганизмов, особенно анаэробной и гнилостной флоры; вместе с тем оно характеризуется малой продолжительностью и слабой выраженностью эффекта. Ее растворы применяются для дезинфекции технологических поверхностей оборудования, непосредственно соприкасающихся с продукцией и упаковки молочной продукции и соков.



Порцию неизвестного щелочного металла массой 23,455 г окислили кислородом при низких температурах (вещество **A**). Полученный остаток массой 31,4 г растворили в горячей воде. При этом выделилось 2,24 л газа (н. у.). Образовавшийся раствор нейтрализовали 219 г раствора 10%-й соляной кислоты. Какой металл подвергнут окислению? Запишите уравнения реакций, упомянутых в задаче. Вычислите массовые доли продуктов окисления металла.

Вещество **A**, обладающее окислительно-восстановительными свойствами, выделили и ввели в следующие неорганические синтезы:

1. Перекись водорода — прозрачная бесцветная жидкость без запаха или со слабым своеобразным запахом, слабокислой реакции. Ее можно получить на холоде по реакции 1.
2. Раствор, полученный по реакции 1, частично выпарили и добавили навеску иодида калия в недостатке. В данной системе наблюдалось последовательное выпадение и растворение осадка с образованием бесцветного раствора (реакция 2–3).
3. Одно из веществ, полученных в реакции 1, прореагировало с гипохлоритом кальция. Наблюдалось выделение газа без запаха (реакция 4).
4. Вещество **A** (из расчетной задачи) может реагировать с сернистым ангидридом с образованием соли **B** (реакция 5). Такая же соль образуется, если вещество **A** реагирует с подкисленным раствором сульфата железа (II) (реакция 6).
5. При реагировании вещества **A** с серой образуется два сложных вещества (реакция 7).

### Решение

Таблица 4.2.4

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	<p>По уравнению реакции нейтрализации определим металл:</p> $\text{MeOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{MeCl} + \text{H}_2\text{O};$ $m_{\text{HCl}} = 219 \cdot 0,1 = 21,9 \text{ г};$ $n_{\text{HCl}} = \frac{21,9}{36,5} = 0,6 \text{ моль};$ $n_{\text{HCl}} = n_{\text{MeOH}} = 0,6 \text{ моль};$ $M_{\text{Me}} = \frac{23,455}{0,6} = 39,09 \text{ г/моль}.$ <p>Это калий К.</p>	5 баллов
2.	$\text{KOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}.$	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
3.	$2\text{K} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{низкие температуры}} \text{K}_2\text{O}_2.$ <p>Вещество А — пероксид калия.</p>	2 балла
4.	$\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{K} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{O}.$	1 балл
5.	$2\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{KOH} + \text{O}_2.$	2 балла
6.	$\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH}.$	1 балл
7.	<p>Газ — это <math>\text{O}_2</math>, <math>n_{\text{O}_2} = 0,1</math> моль.</p> $\overset{0,2 \text{ моль}}{2\text{K}_2\text{O}_2} + \overset{0,2 \text{ моль}}{2\text{H}_2\text{O}} \xrightarrow{t} \overset{0,4 \text{ моль}}{4\text{KOH}} + \overset{0,1 \text{ моль}}{\text{O}_2};$ $m_{\text{K}_2\text{O}_2} = 110 \cdot 0,2 = 22,0 \text{ г}.$	2 балла
8.	$m_{\text{K}_2\text{O}} = 31,4 - 22,0 = 9,4 \text{ г};$ $n_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{9,4}{94} = 0,1 \text{ моль}.$	1 балл
9.	$\omega_{\text{K}_2\text{O}} = \frac{9,4}{31,4} \cdot 100\% = 29,94\%;$ $\omega_{\text{K}_2\text{O}_2} = \frac{22,0}{31,4} \cdot 100\% = 70,06\%.$	1 балл
10.	<p>Реакция 1:</p> $\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{холод}} 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2.$	1 балл
11.	<p>Реакция 2:</p> $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{KOH}.$	1 балл
12.	<p>Реакция 3:</p> $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} \xrightarrow{\text{щелочная среда}} \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}.$	2 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
13.	Реакция 4: $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$	1 балл
14.	Реакция 5: $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4.$	1 балл
15.	Реакция 6: $\text{K}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}.$	1 балл
16.	Реакция 7: $3\text{K}_2\text{O}_2 + \text{S} \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{O}.$	2 балла
Итого		25 баллов

## 4.2.2. Химия. 10–11 классы

### Задача 4.2.2.1. Вкусное вещество (20 баллов)

*Темы: органическая химия, пищевая химия, технология производства продуктов питания, химическая технология, «зеленая» химия, расчеты по уравнениям реакций, вывод формулы вещества, генетическая связь органических соединений.*

#### Условие

Навеску вещества **A** природного происхождения массой 31,5 г сожгли (реакция 1), и было получено 65,1 г смеси оксида углерода (IV) и воды. Количество вещества обоих продуктов сгорания одинаково.

Установлено, что вещество **A** обладает оптической активностью и является единственным продуктом брожения вещества **Q**.

На основании данных задачи установите неизвестное вещество **A** и его структурную формулу (5 баллов, включая энантиомеры).

Согласно пояснениям к схеме 1 (рис. 4.2.4) напишите уравнения реакций органического синтеза с участием вещества **A** (цепочка превращений **1–10**). Назовите все вещества, указанные в синтезе.

Схема органического синтеза с участием вещества А

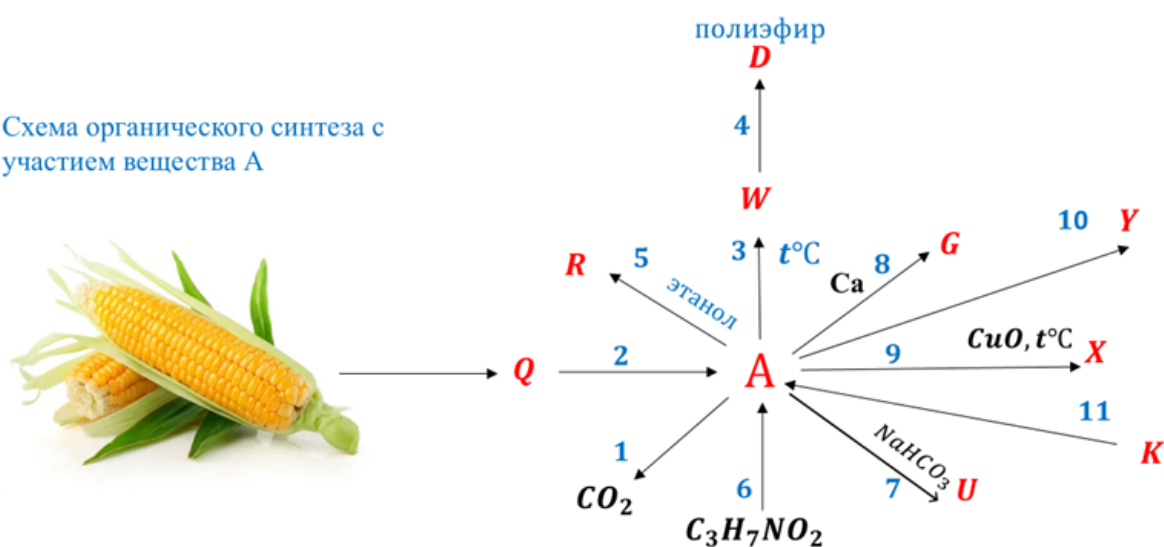


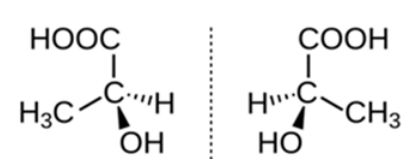
Рис. 4.2.4

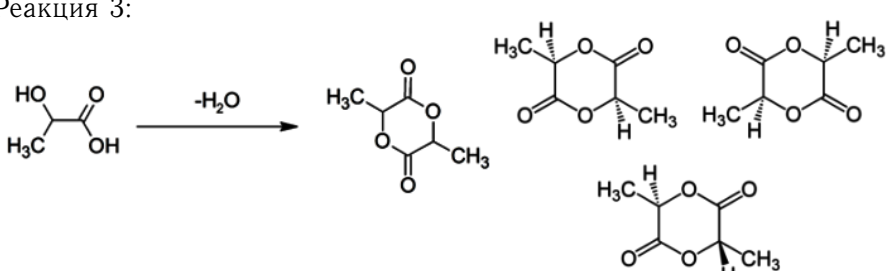
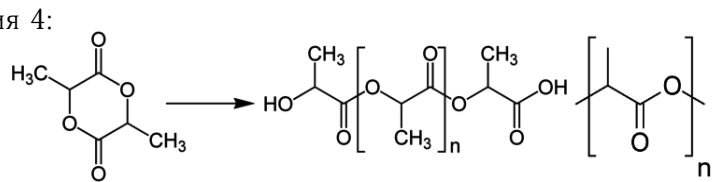
Пояснения к схеме с участием вещества **A**:

- Индустрия производства вещества **A** на территории Российской Федерации относится к импортозамещению и активно развивается.
- Вещество **Q** получают крупномасштабным гидролизом возобновляемого сырья (реакция 2).
- Вещество **W** существует в виде стереоизомеров. Сочетая содержание этих форм, можно конструировать полимеры с различными свойствами (реакция 3). Основное сырье для производства экологической упаковки пищевой продукции.
- Вещество **D** используется для производства изделий с коротким сроком службы. Ввиду своей биосовместимости, широко используется для производства хирургических нитей, штифтов, систем доставки лекарств (реакция 4).
- Вещество **R** используется как экологически безопасный «зеленый» растворитель в производстве красителей и покрытий, электронного и оптического оборудования (реакция 5). Обладает оптической активностью.
- Вещество  $C_3H_7NO_2$  природного происхождения, компонент средств парентерального питания (реакция 6).
- Вещество **U** используется в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки E325 как регулятор кислотности, влагоудерживающий агент, эмульгирующая соль, синергист антиоксидантов (реакция 7).
- Вещество **G** применяется в качестве питания для дрожжей в хлебобулочных изделиях и в качестве отвердителя для фруктов (в консервах) (реакция 8).
- Вещество **X** является конечным продуктом гликолиза. Результаты клинических испытаний указывают, что вещество **X** эффективнее салициловой кислоты в лечении акне (реакция 9).
- Вещество **Y** — универсальный реагент тонкого органического синтеза в производстве фармацевтических препаратов, агрохимикатов и др. Получают при взаимодействии вещества **A** с сильным хлорирующим реагентом (реакция 10).
- Вещество **K** имеет молекулярную формулу  $C_3H_5NO$ , участвует в синтезе  $\alpha$ -оксикислот и непредельных карбоновых кислот (реакция 11).

**Решение**

Таблица 4.2.5

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	<p>Установим количественный состав вещества <math>C_xH_yO_z</math>:</p> $nCO_2 = nH_2O = x \text{ моль, тогда}$ $44x + 18x = 65,1;$ $x = 1,05 \text{ моль.}$	1 балл
2.	$nCO_2 = nC = 1,05 \text{ моль;}$ $nH = 2nH_2O = 2,1 \text{ моль;}$ $mC_{ат} = 1,05 \times 12 = 12,6 \text{ г;}$ $mH_{ат} = 2,1 \text{ г;}$ $nO_{ат} \times 16 = mX - mC_{ат} - mH_{ат} = 31,5 - 12,6 - 2,1 = 16,8 \text{ г;}$ $nO_{ат} = 1,05 \text{ моль.}$	1 балл
3.	$nC_{ат} : nH_{ат} : nO_{ат} = \frac{12,6}{12} : \frac{2,1}{1} : \frac{16,8}{16} = 1,05 : 2,1 : 1,05 = 1 : 2 : 1 = 3 : 6 : 3;$ <p><math>C_3H_6O_3</math> — молекулярная формула.</p>	1 балл
4.	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Структурная формула А — молочная кислота, <math>\alpha</math>-гидроксипропионовая кислота, 2-гидрокси-пропановая кислота.</p>	1 балл
5.	 <p>Энантимеры молочной кислоты: L-(-)-молочная кислота D-(+)-молочная кислота</p>	1 балл
6.	<p>Реакция 1:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array} \\   \\ \text{OH} \end{array} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	1 балл


	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
7.	<p>Реакция 2:</p> $  \begin{array}{c}  \text{H}-\text{C}=\text{O} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\    \\  \text{CH}_2\text{OH}  \end{array}  \xrightarrow{\text{фермент}} 2\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{OH} \end{array}  $ <p>Q — глюкоза.</p>	1 балл
8.	<p>Реакция 3:</p>  <p>W — лактид — существуют в виде двух L- и D-стереоизомеров, являющихся зеркальным отображением друг друга. Варьируя относительное содержание этих форм в полилактиде, можно задавать свойства получаемого полимера, а также получать различные классы полилактидных материалов.</p>	2 балла
9.	<p>Реакция 4:</p>  <p>D — полилактид, используется для производства изделий с коротким сроком службы (пищевая упаковка, одноразовая посуда, пакеты, различная тара).</p>	2 балла
10.	<p>Реакция 5:</p> $  \begin{array}{c}  \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{OH} \end{array} \\  + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3  \end{array}  \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}  $ $  \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}  $ <p>R — этиллактат, этиловый эфир молочной кислоты.</p>	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
11.	<p>Реакция 6:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{NH}_2 \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{NaNO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$ $\rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{N}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>Вещество <math>\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2</math> природного происхождения, компонент средств парентерального питания.</p>	1 балл
12.	<p>Реакция 7:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{ONa} \end{array} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ <p>U — лактат натрия.</p>	1 балл
13.	<p>Реакция 8:</p> $2 \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{Ca} \rightarrow \left[ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{O}^- \end{array} \right]_2 \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ <p>G — лактат кальция.</p>	1 балл
14.	<p>Реакция 9:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C} \\    \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ <p>X — пировиноградная кислота.</p>	1 балл
15.	<p>Реакция 10:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{PCl}_5 \rightarrow \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{Cl} \quad \text{O} \quad \text{Cl} \end{array} + 2\text{HCl} + 2\text{POCl}_3$ <p>Y — 2-хлорпропаноилхлорид, α-хлорпропионилхлорид.</p>	1 балл
16.	<p>Реакция 11:</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CN} \\   \\ \text{OH} \end{array} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ, \text{H}^+} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C} \\   \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{OH} \quad \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{NH}_3$ <p>K — 2-гидроксипропионитрил. Вещество K имеет молекулярную формулу <math>\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}</math>.</p>	1 балл
<b>Итого</b>		20 баллов

### Задача 4.2.2.2. Богатое «портфолио» (20 баллов)

Темы: неорганическая химия, аналитическая химия, химическая технология, расчеты по уравнениям реакций, вывод формулы вещества, атомистика.

**Условие**



**LABORATORY REAGENTS  
& FINE CHEMICALS**

**MAGNESIUM ACETATE TETRAHYDRATE EXTRA  
PURE**

**Safety Data Sheet**

according to the REACH Regulation (EC) 1907/2006 amended by Regulation (EU) 2020/878  
Reference number: 04462  
Issue date: 3/22/2024 Revision date: 3/22/2024 Supersedes version of: 4/9/2015 Version: 1.0

---

**SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking**

**1.1. Product identifier**

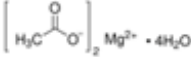
Product form	: Substance
Trade name	: MAGNESIUM ACETATE TETRAHYDRATE EXTRA PURE
EC-No.	: 205-554-9
CAS-No.	: 16674-78-5
Product code	: 04462
Type of product	: Inorganic compound
Formula	: $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Chemical structure	: 
Synonyms	: Magnesium diacetate Tetrahydrate, Magnesium diethanoate Tetrahydrate

Рис. 4.2.5

Ацетат магния имеет богатое «портфолио» в различных областях промышленности: Mg-содержащая добавка в комбикормах, катализатор тонкого органического синтеза, фиксатор при окрашивании текстиля и ситца, удобрение, компонент анти-гололедных смесей и т. д.

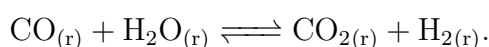
1. Кристаллогидрат ацетата магния  $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  растворили в 200 мл воды.

Данный раствор прореагировал с 300 мл 1М раствора фосфата натрия ( $\rho = 1,1$  г/мл). В полученном растворе молярное соотношение фосфат-ионов к катионам натрия составило 9:1. При этом массовая доля ацетат-ионов в полученном растворе составила 6,232%.

Рассчитайте молекулярную формулу исходного кристаллогидрата (процессами гидролиза в расчетах пренебечь).

Соответствует ли данная навеска кристаллогидрата международному стандарту качества Magnesium acetate tetrahydrate extra pure?

2. Аналогичную навеску ацетата магния длительно прокалили до постоянного веса; выделившийся газ охладили (н. у.). Данную порцию газообразного продукта смешали с угарным газом в мольном соотношении 1:2 и ввели в реактор объемом 3 л, в котором уже находился водород, исходная концентрация которого 0,4 моль/л. В результате протекания обратимой реакции в реакционной смеси установилось химическое равновесие.



На момент химического равновесия было обнаружено 23,52 л (н. у.) водорода. Вычислите равновесный объем угарного газа (н. у.).

**Решение**



Таблица 4.2.6

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	$m_{\text{исх р-ра}} = V_{\text{р-р}} \cdot \rho = 300 \cdot 1,1 = 330 \text{ г.}$ <p>Исходя из 1М раствора фосфата натрия:</p> $n_{\text{исх}} \text{Na}_3\text{PO}_4 = 0,3 \text{ моль};$ $n\text{PO}_4^{3-}{}_{\text{исх}} = 0,3 \text{ моль};$ $n\text{Na}^+{}_{\text{исх}} = 0,9 \text{ моль}.$	3 балла
2.	<p>Соединения натрия все растворимы, поэтому мольное соотношение катионов натрия неизменно. Отсюда делаем вывод, что фосфат натрия был в избытке и в конечном растворе имеется:</p> $\frac{n\text{Na}^+}{n\text{PO}_4^{3-}{}_{\text{ост}}} = \frac{9}{1} = \frac{0,9 \text{ моль}}{0,1 \text{ моль}}.$ <p>Значит:</p> $n\text{PO}_4^{3-}{}_{\text{прореаг}} = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ моль}.$	3 балла
3.	$3 \overset{0,3 \text{ моль}}{\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2} + 2 \overset{0,2 \text{ моль}}{\text{Na}_3\text{PO}_4} \longrightarrow \overset{0,1 \text{ моль}}{\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2} \downarrow + 6 \overset{0,6 \text{ моль}}{\text{CH}_3\text{COONa}}.$	1 балл
4.	$\omega(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{m_{\text{исх. р-р}} \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + m_{\text{исх. р-р}} \text{Na}_3\text{PO}_4 - m_{\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2}} \times 100 = 6,232\%;$ $\omega(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \frac{0,6 \cdot 59}{m_{\text{исх р-р}} \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 330 - 0,1 \cdot 262} \cdot 100 = 6,232\%;$ $m_{\text{исх р-р}} \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 264,2 \text{ г}.$	3 балла
5.	$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{кр}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 264,2 \text{ г}; \text{ тогда } m_{\text{кр}} = 64,2 \text{ г}.$	1 балл
6.	$M_{\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{n} = 214 \text{ г/моль};$ $n\text{H}_2\text{O} = \frac{214 - 142}{18} = 4 \text{ моль}.$ <p>Стандарту качества соответствует.</p>	1 балл
7.	$\text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \xrightarrow{t} \text{MgCO}_3 + \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3;$ $\text{MgCO}_3 \xrightarrow{t} \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow.$ <p>Аналогичная навеска <math>n_{\text{исх}} \text{Mg}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 0,3 \text{ моль}.</math></p> $n_{\text{доб}} \text{CO}_2 = 0,3 \text{ моль}.$	2 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
8.	$\text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})};$ $C_{\text{MCO}_2\text{расчетная}} = \frac{n}{V} = \frac{0,3 \text{ моль}}{3 \text{ л}} = 0,1 \text{ моль};$ $n_{\text{равнH}_2} = \frac{23,52 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль} \cdot 3 \text{ л}} = 0,35 \text{ моль};$ $n_{\text{измененийH}_2} = 0,4 - 0,35 = 0,05 \text{ моль}.$	3 балла
9.	<p>Оксиды углерода (II) и (IV) были взяты в мольном соотношении 2 : 1.</p> $n_{\text{исхCO}} = 0,2 \text{ моль}.$ <p>На момент равновесия:</p> $n_{\text{равнCO}} = 0,2 + 0,05 = 0,25 \text{ моль};$ $V_{\text{равнCO}} = 3 \cdot 0,25 \cdot 22,4 = 16,8 \text{ л}.$	3 балла
<b>Итого</b>		20 баллов

### Задача 4.2.2.3. Полезные кристаллы (20 баллов)

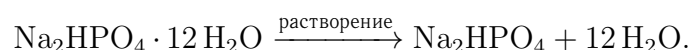
Темы: физическая химия, химическая технология, неорганическая химия, аналитическая химия, стандартизация качества товара, расчеты по термохимическим уравнениям реакций, вывод формулы вещества, массовая доля.

#### Условие

Гидрофосфат натрия используют в качестве буферного агента для поддержания уровня pH в различных растворах в области фармацевтики, химической и пищевой промышленности. Использование гидрофосфата натрия предотвращает коагуляцию при приготовлении сгущенного молока. В порошковых продуктах используется как антислеживающая добавка. В продажу он поступает в виде кристаллогидрата.

**Кристаллогидраты** — это сложные вещества, которые содержатся в кристаллической решетке молекулы воды; выкристаллизовываются из водных растворов. Например,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

Кристаллогидраты легко растворимы в воде, при этом протекают сложные физико-химические процессы, и наблюдается тепловой эффект. Но, если говорить про конечный результат, вещество диссоциирует, а кристаллизационная вода отделяется и попадает в раствор. Условно процесс растворения можно записать в виде:



При длительном хранении кристаллогидратов наблюдается постепенное выветривание кристаллизационной воды и нарушается степень чистоты аналитического реактива.

В химической лаборатории при установлении качества реактива навеску смеси выветренного кристаллогидрата массой 39,35 г растворили в воде и получили 400 мл

раствора ( $\rho = 1,03$  г/мл). При этом поглотилось 8,96 кДж теплоты. Определите массовую долю соли в полученном растворе и исходный состав (по массе) компонентов навески, считая, что после выветривания он состоит только из двенадцативодного кристаллогидрата и безводной соли.

Интегральные теплоты растворения:

$$\Delta H_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} = -25,94 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta H_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}} = 96,06 \text{ кДж/моль}.$$

Для проведения качественного анализа лаборант добавил к полученному раствору порцию нитрата серебра, содержащую количество электронов в 15,6 раза больше числа Авогадро. Хватит ли данной порции для полного осаждения фосфат-ионов?

### Решение

Таблица 4.2.7

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	Пусть исходная смесь содержит $x$ моль сухой безводной соли и $y$ моль кристаллогидрата, следовательно, $m_{\text{смеси}} = 142x + 358y = 39,35$ г.	3 балла
2.	Из условия следует, что при растворении 1 моль сухой соли выделяется 25,94 кДж энергии, а при растворении 1 моль кристаллогидрата поглощается 96,06 кДж. Суммарный тепловой эффект растворения указанного образца равен сумме тепловых эффектов обоих процессов, с учетом количеств веществ, а именно: $(-25,94)x + 96,06y = 8,96$ .	3 балла
3.	Составляем систему уравнений: $\begin{cases} 142x + 358y = 39,35, \\ (-25,94)x + 96,06y = 8,96. \end{cases}$ Решая систему уравнений, получаем: $x = 0,025$ моль; $y = 0,1$ моль.	4 балла
4.	Отсюда находим состав выветренного кристаллогидрата: $m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ безводн}} = 0,025 \cdot 142 = 3,55 \text{ г};$ $m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}} = 0,1 \cdot 358 = 35,8 \text{ г}.$	2 балла
5.	Для нахождения $\omega$ соли в растворе находим массу $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ : $m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ общая}} = m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ безводн}} + m_{\text{Na}_2\text{HPO}_4 \text{ кр}} = 0,025 \cdot 142 + 0,1 \cdot 142 = 17,75 \text{ г}.$	1 балл
6.	Масса раствора: $m_{\text{раствора}} = 400 \cdot 1,03 = 412 \text{ г};$ $\omega_{\text{соли}} = \frac{17,75}{412} \cdot 100\% = 4,31\%.$	1 балл

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
7.	<p>Реакция 1.</p> $n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4} \text{ общая} = \frac{17,75}{142} = 0,125 \text{ моль};$ $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 3 \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow + \text{HNO}_3 + 2 \text{NaNO}_3;$ $\frac{n_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}}{n_{\text{AgNO}_3}} = \frac{1}{3} = \frac{0,125 \text{ моль}}{0,375 \text{ моль}}.$	3 балла
8.	<p>Количество электронов в 15,6 раз больше числа Авогадро:</p> $n_e = 15,6 \text{ моль};$ $n_e \text{AgNO}_3 = 47 + 7 + 3 \cdot 8 = 78.$ <p>Пусть <math>n_{\text{AgNO}_3} = x</math> моль, тогда <math>78x = 15,6</math>. <math>n_{\text{AgNO}_3} = 0,2</math> моль.</p>	2 балла
9.	Данной порции хватает для полного осаждения ионов.	1 балл
<b>Итого</b>		20 баллов

#### **Задача 4.2.2.4. «Многоликое» брожение (20 баллов)**

Темы: физическая химия, химическая технология, стандартизация и сертификация продуктов питания, термохимические расчеты по уравнениям реакций.

##### **Условие**



Рис. 4.2.6

История изучения процессов брожения полна научных открытий. Многие законы и химические знания о биологически активных веществах начинались именно в этой области производства пищевых продуктов.

Как результат окислительно-восстановительных превращений брожение может «подарить» нам полезные продукты, а может их испортить. Его используют в пиво-

варении, хлебопечении, виноделии и др. В XX веке брожение стали использовать для промышленного получения кислородсодержащих органических соединений.

Таблица 4.2.8. Стандартные теплоты сгорания веществ

Вещество	$\Delta H_{298}^{\circ}$ кДж/моль
C	–393,51
H <sub>2</sub>	–285,84
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	–2816,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	–1364,0
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	–1366,9
C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	–2193,1
C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	–1985,3

Приведите примеры брожения (не менее четырех).

В ходе какого процесса выделяется больше теплоты? Рассчитайте тепловые эффекты реакций брожения при стандартных условиях, используя стандартные теплоты сгорания веществ, приведенные в таблице 4.2.8.

Приведите термохимические уравнения реакций горения веществ, необходимых для проведения расчетов.

Рассчитайте температуру в реакторе спиртового брожения через 10 ч в закрытой системе, если для процесса взяли 10 л 10%-го раствора глюкозы при начальной температуре 20 °С. Скорость образования спирта примите постоянной 0,47 об.% в час. За основу взять теплоемкость воды, изменением массы и объема можно пренебречь.

Удельная теплоемкость воды 4 200 Дж/(кг·°С).

Плотность этанола 0,79 г/мл.

### Решение

Таблица 4.2.9

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	Уравнение 1. $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$ ; $\Delta H_1 = -2816,0$ кДж. Уравнение 2. $C_3H_6O_3 + 3 O_2 \longrightarrow 3 CO_2 + 3 H_2O$ ; $\Delta H_2 = -1364,0$ кДж. Уравнение 3. $C_4H_8O_2 + 5 O_2 \longrightarrow 4 CO_2 + 4 H_2O$ ; $\Delta H_3 = -2193,1$ кДж. Уравнение 4. $2 C_6H_8O_7 + 9 O_2 \longrightarrow 12 CO_2 + 8 H_2O$ ; $\Delta H_4 = -3970,6$ кДж. Уравнение 5. $H_2 + 0,5 O_2 \longrightarrow H_2O$ ; $\Delta H_5 = -285,84$ кДж. Уравнение 6. $C_2H_5OH + 3 O_2 \longrightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$ ; $\Delta H_6 = -1366,9$ кДж.	3 балла
2.	Приведите примеры брожения (не менее четырех). Спиртовое $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH$ . Молочнокислое $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_3H_6O_3$ . Маслянокислое $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 CO_2 + 2 H_2 + C_4H_8O_2$ . Лимоннокислое $2 C_6H_{12}O_6 + 3 O_2 \longrightarrow 2 C_6H_8O_7 + 4 H_2O$ .	4 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
3.	Молочно-кислое брожение Уравнение 1. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ; $\Delta H_1 = -2816,0$ кДж. Уравнение 2. $C_3H_6O_3 + 3O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 3H_2O$ ; $\Delta H_2 = -1364,0$ кДж. Из комбинации двух уравнений получается уравнение брожения. Следовательно, тепловой эффект реакции молочнокислого брожения: $\Delta H_{\text{брожения}} = \Delta H_1 - 2 \cdot \Delta H_2 = -2816,0 - 2 \cdot (-1364,0) = -136$ кДж.	2 балла
4.	Маслянокислое брожение Уравнение 1. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ; $\Delta H_1 = -2816,0$ кДж. Уравнение 3. $C_4H_8O_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 4H_2O$ ; $\Delta H_3 = -2193,1$ кДж. Уравнение 5. $H_2 + 0,5O_2 \longrightarrow H_2O$ ; $\Delta H_5 = -285,84$ кДж. Из комбинации трех уравнений получается уравнение брожения: $\Delta H_{\text{брожения}} = \Delta H_1 - \Delta H_3 - 2 \cdot \Delta H_5 = -2816,0 - (-2193,1) - 2 \cdot (-285,84) = -51,22$ кДж.	2 балла
5.	Лимоннокислое брожение Уравнение 1. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ; $\Delta H_1 = -2816,0$ кДж. Уравнение 4. $2C_6H_8O_7 + 9O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 8H_2O$ ; $\Delta H_4 = -3970,6$ кДж. Из комбинации двух уравнений получается уравнение брожения: $\Delta H_{\text{брожения}} = 2 \cdot \Delta H_1 - \Delta H_4 = 2 \cdot (-2816,0) - (-3970,6) = -1661,4$ кДж.	2 балла
6.	Тепловой эффект спиртового брожения: $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$ получим аналогично всем процессам комбинацией следующих уравнений: Уравнение 1. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ ; $\Delta H_1 = -2816,0$ кДж; Уравнение 6. $C_2H_6O + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ ; $\Delta H_6 = -1366,9$ кДж. Из комбинации двух уравнений получается уравнение брожения: $\Delta H_{\text{брожения}} = \Delta H_1 - 2 \cdot \Delta H_6 = -2816 - (-1366,9) \cdot 2 = -82,2$ кДж.	2 балла
7.	Согласно скорости образования в час получается $V_{\text{этанола}} = \varphi \cdot V_{\text{раствора}} = 0,0047 \cdot 10 \text{ л} = 0,047 \text{ л}$ . За 10 ч образуется 0,47 л. Масса полученного спирта: $m_{\text{этанола}} = 470 \text{ мл} \cdot 0,79 \text{ г/мл} = 371,3 \text{ г}$ . Количество вещества: $n = \frac{m}{M_{\text{этанола}}} = \frac{371,3}{46} = 8 \text{ моль}$ . По уравнению брожения на 2 моль образующегося спирта выделяется 82,2 кДж энергии, соответственно на 8 моль — будет $82,2 \cdot 8 = 657,6$ кДж. Выделяющаяся теплота будет поглощаться водой. $Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1);$ $657\,600 = 10 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (t_2 - 20 ^\circ\text{C});$ $t_2 = 35,66 ^\circ\text{C}.$	5 баллов
<b>Итого</b>		20 баллов

### Задача 4.2.2.5. Активные формы кислорода (20 баллов)

Темы: неорганическая химия, фармацевтическая химия, химическая технология, экспертиза качества товара, расчеты по уравнениям реакций, генетическая связь соединений.

### Условие

Антисептическое действие перекиси водорода обусловлено окислительным эффектом и создает неблагоприятные условия для развития микроорганизмов, особенно анаэробной и гнилостной флоры; вместе с тем оно характеризуется малой продолжительностью и слабой выраженностью эффекта. Ее растворы применяются для дезинфекции технологических поверхностей оборудования, непосредственно соприкасающихся с продукцией и упаковки молочной продукции и соков.

Порцию неизвестного щелочного металла массой 13,8 г окислили кислородом (вещество А). Полученный остаток массой 21,8 г растворили в горячей воде. При этом выделилось 2,24 л газа (н. у.). Образовавшийся раствор нейтрализовали 146 г раствора с массовой долей 15% соляной кислоты. Какой металл подвергнут окислению? Запишите уравнения реакций, упомянутых в задаче. Вычислите массовые доли продуктов окисления металла.

Вещество **А**, обладающее окислительно-восстановительными свойствами, выделили и ввели в следующие неорганические синтезы:

1. Перекись водорода — прозрачная бесцветная жидкость без запаха или со слабым своеобразным запахом, слабокислой реакции. Ее можно получить на холоде по реакции 1.
2. Раствор, полученный по реакции 1, частично выпарили и добавили навеску иодида натрия в недостатке. В данной системе наблюдалось последовательное выпадение и растворение осадка с образованием бесцветного раствора (реакции 2–3).
3. Одно из веществ, полученных в реакции 1, прореагировало с гипохлоритом кальция. Наблюдалось выделение газа без запаха (реакция 4).
4. Вещество **А** (из расчетной задачи) может реагировать с сернистым ангидридом с образованием соли **Б** (реакция 5). Такая же соль образуется, если вещество **А** реагирует с подкисленным раствором сульфата железа (II) (реакция 6).
5. При реагировании вещества **А** с серой образуется два сложных вещества (реакция 7).

### Решение

Таблица 4.2.10

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
1.	<p>По уравнению реакции нейтрализации определим металл:</p> $\text{MeOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{MeCl} + \text{H}_2\text{O};$ $m_{\text{HCl}} = 146 \cdot 0,15 = 21,9 \text{ г};$ $n_{\text{HCl}} = \frac{21,9}{36,5} = 0,6 \text{ моль};$ $n_{\text{HCl}} = n_{\text{MeOH}} = 0,6 \text{ моль};$ $M_{\text{Me}} = \frac{13,8}{0,6} = 23 \text{ г/моль}.$ <p>Это натрий Na.</p>	4 балла

	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
2.	$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}.$	1 балл
3.	$2\text{Na} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{O}_2.$	1 балл
4.	$\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{O}.$	1 балл
5.	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}} 4\text{NaOH} + \text{O}_2.$	1 балл
6.	$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}} 2\text{NaOH}.$	1 балл
7.	Газ — это $\text{O}_2$ , $n_{\text{O}_2} = 0,1$ моль.  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}} 4\text{NaOH} + \text{O}_2;$ $m_{\text{Na}_2\text{O}_2} = 78 \cdot 0,2 = 15,6 \text{ г}.$	2 балла
8.	$m_{\text{Na}_2\text{O}} = 21,8 - 15,6 = 6,2 \text{ г};$ $n_{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{6,2}{62} = 0,1 \text{ моль}.$	1 балл
9.	$\omega_{\text{Na}_2\text{O}} = \frac{6,2}{21,8} \cdot 100\% = 28,44\%;$ $\omega_{\text{Na}_2\text{O}_2} = \frac{15,6}{21,8} \cdot 100\% = 71,56\%.$	1 балл
10.	Реакция 1: $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{холод}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2.$	1 балл
11.	Реакция 2: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaI} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{NaOH}.$	1 балл
12.	Реакция 3: $3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaI} \xrightarrow{\text{щелочная среда}} \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}.$	1 балл
13.	Реакция 4: $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}.$	1 балл



	Уравнения и расчеты	Критерии оценивания
14.	Реакция 5: $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4.$	1 балл
15.	Реакция 6: $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}.$	1 балл
16.	Реакция 7: $3 \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{S} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{O}.$	1 балл
<b>Итого</b>		20 баллов

### 4.2.3. Биология. 8–9 классы

#### Задача 4.2.3.1. «Цветки одинаковые, а плоды разные» (62 балла)

Темы: морфология растений, биохимия растений, биотехнология.

##### Условие

**Задание 1.** (1,5 балла) По морфологическим признакам растения различных систематических групп очень разнообразны, но при этом определенные органы обладают общими отличительными признаками. Рассмотрите рис. 4.2.7, определите, для представителей какого семейства он характерен. Запишите русское и латинское название семейства.



Рис. 4.2.7. Внешнее и внутреннее строение цветка **X**

**Задание 2.** (8,5 баллов) На рис. 4.2.8 представлена диаграмма цветка **X**, изображенного на рис. 4.2.7. При комплексной характеристике любого цветка используется его формула и диаграмма. Дайте определения указанным понятиям. Назовите позиции, которые необходимо учитывать при построении. Считается, что данные характеристики взаимно дополняют друг друга, поясните почему?

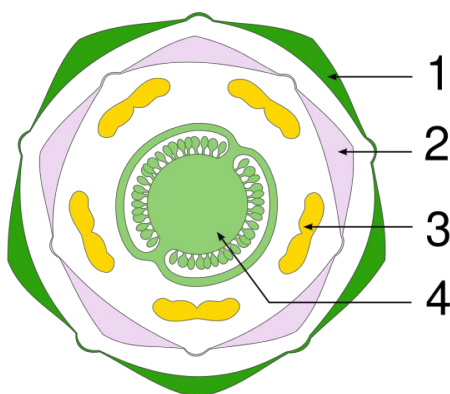


Рис. 4.2.8. Диаграмма цветка **X**

**Задание 3.** (10 баллов) Определите количество и запишите название частей цветка **X**, обозначенных цифрами 1–4 на диаграмме, дайте характеристику.

**Задание 4.** (3 балла) Запишите формулу цветка **X**.

**Задание 5.** (27 баллов) Представители семейства **Z** широко используются в пищевой и фармацевтической промышленности в качестве пищевых и лекарственных растений. Рассмотрите рисунки 4.2.9–4.2.13. Под каждым рисунком запишите название рода, тип плода и определите статус (пищевое, декоративное или лекарственное)



Рис. 4.2.9. Объект **K**



Рис. 4.2.10. Объект **L**



Рис. 4.2.11. Объект **M**



Рис. 4.2.12. Объект N



Рис. 4.2.13. Объект S

**Задание 6.** (8 баллов) Выскажите свое предположение о том, почему у представителей семейства X «цветки одинаковые, а плоды разные».

**Ответ.**

Таблица 4.2.11

№	Ответ	Критерии оценивания
1.	Семейство Пасленовые; латинское — <i>Solanaceae</i> .	0,5 балла 1 балл
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• диаграмма цветка представляет собой схематическую проекцию цветка на плоскость;</li> <li>• перпендикулярную оси цветка и проходящую также через кроющий лист и ось соцветия или побега, на котором расположен цветок;</li> <li>• формула цветка — это математическое отображение частей цветка с использованием условных обозначений;</li> <li>• при составлении формул учитывают симметрию цветка число кругов в цветке;</li> <li>• число членов в каждом круге;</li> </ul>	1 балл  1 балл  1 балл  0,5 балла  0,5 балла

Таблица 4.2.11

№	Ответ	Критерии оценивания
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• срастание частей цветка;</li> <li>• положение пестиков (верхняя или нижняя завязь);</li> <li>• диаграмма дает наиболее полное представление о цветке, поскольку показывает взаимное расположение основных частей цветка в пространстве, но из диаграммы не видно, например, общего количества семязачатков в завязи, положения завязи, типа семязачатка, формы оси цветка (цветоложа) — это отображено в формуле.</li> </ul>	0,5 балла 0,5 балла 3 балла
3.	1 — чашелистиков 5, образуют чашечку, сростаются, остается при плодах. 2 — лепестков 5 образуют венчик, сростаются. 3 — тычинок (андроцей) 5, с двугнездными пыльниками. 4 — пестик (геницей) 1, синкарпный из двух плодолистиков, завязь верхняя, обычно двугнездная.	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
4.	* Са(5) Со(5) А5 G(2) или * Ч(5) Л(5) Т5 П(2)	3 балла
5.	<b>Объект К:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• родовое название Перец,</li> <li>• лат. <i>Capsicum</i>,</li> <li>• тип плода: ложные пустотелые ягоды, многосемянные,</li> <li>• статус: пищевое,</li> </ul> лекарственное. <b>Объект Л:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• родовое название Баклажан или Паслен темноплóдный,</li> <li>• лат. <i>Solanum melongéna</i>,</li> <li>• тип плода: ягода,</li> <li>• статус: пищевое.</li> </ul> <b>Объект М:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• родовое название Томáт,</li> <li>• лат. <i>Solanum lycopersicum</i>,</li> <li>• тип плода: ягода,</li> <li>• статус: пищевое.</li> </ul> <b>Объект N:</b>	0,5 балла 2,5 балла 1 балл 1 балл 1 балл 0,5 балла 2,5 балла 1 балл 1 балл 0,5 балла 2,5 балла 1 балл 1 балл

Таблица 4.2.11

№	Ответ	Критерии оценивания
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• родовое название Дурман,</li> <li>• лат. <i>Datúra</i>,</li> <li>• тип плода: четырехгнездная коробочка,</li> <li>• статус: лекарственное,</li> </ul> декоративное.	0,5 балла 2,5 балла 1 балл 1 балл 1 балл
	<b>Объект S:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• родовое название Картофель, или паслен клубненосный,</li> <li>• лат. <i>Solánium tuberosum</i>,</li> <li>• тип плода: ягода,</li> <li>• статус: пищевое.</li> </ul>	0,5 балла 2,5 балла 1 балл 1 балл
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• зависит от того, какие части цветка принимают участие в формировании плода;</li> <li>• истинные плоды — формируются с участием только главных частей цветка — пестика и тычинки;</li> <li>• помимо главных частей цветка ложные плоды участвуют в формировании основания лепестков;</li> <li>• помимо главных частей цветка в формировании участвует цветоложе;</li> <li>• зависит от количества и расположения семязачатков в завязи пестика.</li> </ul>	1 балл 2 балла 1 балл 2 балла 2 балла

### Задача 4.2.3.2. Второй хлеб (38 баллов)

Темы: морфология растений, биохимия растений, биохимия человека, физиология человека, биотехнология.

#### Условие

Сегодня блюда русской кухни трудно представить без картофеля. Между тем, появился этот овощ в нашей стране относительно недавно: для того чтобы картофель смог завоевать дореволюционную Россию, потребовалось полтора столетия. Считается, что впервые картофель был завезен в Россию из Европы императором Петром I. Поначалу он считался диковинным овощем, который подавался при дворе, а сами придворные даже не знали, как именно его следует готовить и употреблять в пищу. Чаще всего его варили и посыпали иногда солью, иногда сахаром.

Во времена Николая I вышло распоряжение о массовом посеве картофеля на полях вместо пшеницы и ячменя. Это вызвало неоднозначную реакцию в губерниях. Тем не менее уже к середине 19 века картофель стал по-настоящему массовой сельскохозяйственной культурой и выращивался не только в отдельных огородах,

но и на полях. Появились крупные предприятия, занимавшиеся переработкой этого овоща. В 20 веке в России картофель действительно стал вторым хлебом.

**Задание 1.** (2 балла) Прочитав текст, поясните собственное понимание выражения: «Картофель — второй хлеб».

**Задание 2.** (2 балла) Картофель является типичным представителем семейства Х. Подавляющее большинство видов семейства в различных органах содержит вторичные метаболиты, например, алкалоиды. Назовите алкалоид, образующийся в картофеле, свой ответ запишите.

**Задание 3.** (12 баллов) Рассмотрите рисунки А и Б (рис. 4.2.14–4.2.15). Объясните причину изменения окраски клубней картофеля. Свои предположения запишите. Какое влияние на организм человека может оказать употребление в пищу более 1 кг объектов с рисунка А и Б. Ответ поясните.



Рис. 4.2.14. А



Рис. 4.2.15. Б

**Задание 4.** (6,5 баллов) Известным продуктом переработки картофеля является производство крахмала. Процесс осуществляется на специализированных производствах и в промышленных масштабах. Он является технологичным и многоступенчатым. Перед участниками поставлена задача создать экспериментальную модель производства крахмала в условиях лаборатории. Назовите и обоснуйте выбор оборудования. Укажите этапы и последовательность действий, запишите не менее пяти этапов ее и дайте пояснения каждому.

**Задание 5.** (4,5 балла) Укажите, при производстве каких продуктов питания используется крахмал и с какой целью. Ответ обоснуйте. Приведите примеры.

**Задание 6.** (1 балл) Для проведения качественной реакции на наличие крахмала в продуктах питания используют некий реактив **Q**. Запишите его название, отметив цвет появляющийся окраски при прохождении реакции.

**Задание 7.** (6 баллов) В лаборатории был проведен эксперимент по окрашиванию клубней картофеля реактивом **Q** разного срока хранения. Рассмотрите рис. 4.2.16, на котором представлены результаты. Объясните разницу в окрашивании, указанную под цифрами 1, 2, 3, 4. Ответ обоснуйте.



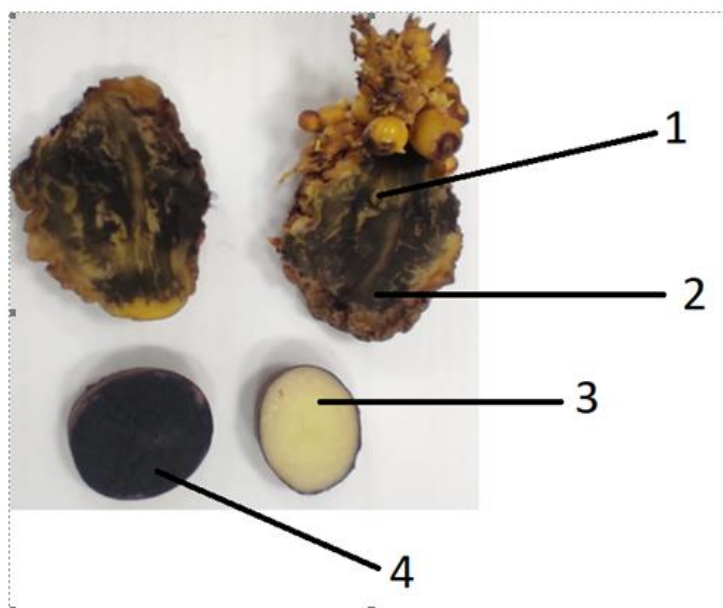


Рис. 4.2.16. Окраска клубней картофеля реактивом Q

**Задание 8.** (3 балла) Сложные углеводы — источник энергии. Объясните, почему диетологи рекомендуют использовать именно сложные углеводы в питании? Приведите примеры продуктов, в составе которых они содержатся.

**Ответ.**

Таблица 4.2.12

№	Ответ	Критерии оценивания
1.	Критерии ответа: массовое распространение и доступность выращиваемой культуры. Основа рациона.	1 балл 1 балл
2.	Алкалоид соланин (2 балла)	2 балла
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рисунок А: — клубни хранились в условиях с достаточным освещением; — происходит превращение лейкопластов в хлоропласты;</li> <li>• рисунок Б: — клубни хранились в условиях с соблюдением светового режима (или при отсутствии света); — взаимопревращение лейкопластов в хлоропласты не произошло;</li> <li>• употребление в пищу объекта А в указанном количестве приведет к отравлению с симптомами в виде рвоты, тошноты, диареи и др.</li> <li>• употребление в пищу объекта Б в указанном количестве приведет к получению большого количества моносахарида глюкозы, которая станет источником энергии.</li> </ul>	2 балла 2 балла 2 балла 3 балла 2 балла 2 балла
4.	1. Взять емкость,	0,5 балла



Таблица 4.2.12

№	Ответ	Критерии оценивания
	<p>вымыть клубни картофеля под струей воды для удаления примесей песка и почвы.</p> <p>2. Измельчить</p> <p>с использованием терки.</p> <p>Для извлечения крахмальных зерен клеточные стенки необходимо разрушить.</p> <p>3. Полученную «кашицу» промывают под струей воды или центрифугируют для разделения на фракции: крупных частиц «мезги» сока и крахмальных зерен.</p> <p>4. Полученную жидкость, отделенную от «мезги», рафинируют (или очищают продукт от примесей) с использованием сит.</p> <p>5. Высушивание — удаление избытка влаги с помощью ротационного испарителя и высушивание массы в сухожарном шкафу.</p>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• как загуститель;</li> <li>• благодаря вязким свойствам — в супах, детском питании, соусах, подливах</li> </ul> <p>для производства жележных конфет;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• как наполнитель, входящий в состав твердого содержимого супов, пирогов, печенья.</li> </ul> <p>чтобы увеличить объем и придать хрусткость;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• как связующее вещество;</li> <li>• для закрепления массы и предотвращения высыхания в процессе приготовления (колбасы и мясные продукты);</li> <li>• как стабилизаторы;</li> <li>• благодаря высокой способности крахмала удерживать влагу.</li> </ul>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>
6.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• реактив — слабый раствор йода или Люголя;</li> <li>• окраска — синяя, сине-фиолетовая до черного (зависит от концентрации раствора).</li> </ul>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>
7.	<p>1 — светлая полоса, т. к. окрашивание не произошло.</p> <p>В этих зонах нет крахмала, он использован для процесса развития новых побегов.</p> <p>Участие принимал фермент амилаза.</p> <p>2 — темная полоса, окрашивание произошло,</p>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>

Таблица 4.2.12

№	Ответ	Критерии оценивания
	<p>значит, в данных участках присутствует крахмал, он не использовался для роста.</p> <p>3 — окраска не проводилась; свежерезанный клубень.</p> <p>4 — окраска проведена, равномерное темно-фиолетовое окрашивание;</p> <p>свидетельствует о том, что клубень находится в состоянии покоя (или процессы роста не начались).</p>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>
8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сложные углеводы медленно расщепляются и обеспечивают равномерное поступление энергии в организм;</li> <li>• сложные углеводы представляют собой полисахариды — цепи молекул с остатками глюкозы, фруктозы и других моносахаридов;</li> <li>• процесс расщепления происходит благодаря серии реакций, т. е. многоступенчато, поэтапно выделяется энергию;</li> <li>• к медленным углеводам относятся крупы из цельного зерна, макароны, бобовые культуры и овощи;</li> <li>• сложные углеводы содержат пищевые волокна, которые способствуют нормализации работы кишечника и выводят токсины — клетчатка.</li> <li>• при употреблении в пищу сложных элементов человек надолго остается сытым и не набирает вес.</li> </ul>	<p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p> <p>0,5 балла</p>

#### 4.2.4. Биология. 10–11 классы

##### **Задача 4.2.4.1. Бумажные фонарики (75 баллов)**

Темы: морфология растений, биохимия растений, биохимия человека, физиология человека, биотехнология.

##### **Условие**

**Задание 1.** (10 баллов) В разных районах России выращивается декоративное и одновременно съедобное растение, имеющее необычный внешний вид (рис. 4.2.17–4.2.21). Особое внимание привлекает к себе ранней осенью.

Рис. 4.2.17. Объект **X**

Около 100 представителей рода произрастает по всему миру. Больше всего видов встречается в Центральной и Южной Америке. Название рода в переводе с греческого — «пузырь». Укажите русское и латинское название рода и семейства объекта **X**.

**Задание 2.** (5 баллов) Рассмотрите рисунки [4.2.18](#)–[4.2.21](#).



Рис. 4.2.18



Рис. 4.2.19



Рис. 4.2.20



Рис. 4.2.21

Объясните с ботанической точки зрения, какая часть цветка принимает участие в формировании яркого «фонарика», дайте ее описание. Укажите тип плода.

**Задание 3.** (8 баллов) Рассмотрите рис. 4.2.17 и 4.2.21 объекта **Х**, сравните. Объясните изменения с ярко-оранжевой равномерной окраской и целостностью «фонарика» на сетчатую структуру и желтоватой окраски структуру. Укажите типы растительных тканей, принимающих в формировании структур, представленных на рис. 4.2.17 и 4.2.21 объекта **Х**. Ответ поясните.

**Задание 4.** (30 баллов) Плоды объекта **Х** чаще всего некрупные, ярко-апельсиновые, ароматные, на вкус кисло-сладкие, чем-то напоминают крыжовник. Их употребляют в пищу в свежем виде или используют для украшения блюд. Кроме того, используют для приготовления варенья и цукатов, в технологии производства которых применяют различные консерванты. Наиболее широко распространенным консервантом при производстве сладких продуктов используют тростниковый или свекольный сахар. Опираясь на знания биохимии и физиологии, объясните, почему сахар является консервантом?

**Задание 5.** (19 баллов) Известный факт, что нутрициологи в питании ограничивают употребление «быстрых» сахаров.

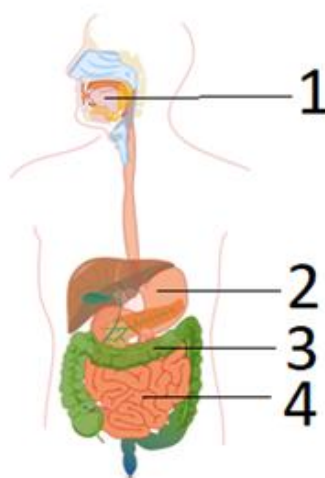


Рис. 4.2.22. Пищеварительная система человека

Приведите примеры и укажите физико-химические свойства. Опираясь на зна-

ния биохимии и физиологии пищеварительной системы (рис. 4.2.22), объясните — почему? При ответе поэтапно указывайте специфику расщепления «быстрых» сахаров в различных отделах пищеварительной системы, указанные под цифрами 1–4.

**Ответ.**

Таблица 4.2.13

№	Ответ	Критерии оценивания
1.	Семейство — Пасленовые; латинское — <i>Solanaceae</i> . Род — Физалис; латинское — <i>Physalis</i> .	1 балл 4 балла 1 балл 4 балла
2.	Чашечка пузыревидная или вздутая или ребристая, со смыкающимися на верхушке зубцами, образованная чашелистиками, видоизмененными листьями. Плод — ягода.	1 балл 0,5 балла 0,5 балла 1 балл 1 балл 1 балл
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>На рис. 4.2.17 чашечка образована видоизмененными листьями. Лист состоит из мезофилла, в составе которого образуется хромопласты и разветвленной сети жилок. В составе каждой жилки присутствуют механические и проводящие ткани с утолщенными прочными клеточными стенками.</li> <li>Клетки мезофилла листа быстро разрушаются под воздействием жизнедеятельности грибов и бактерий, при этом остается только каркас из более прочных механических и проводящих тканей, который требует больше времени для процесса разложения или минерализации (см. рис. 4.2.21).</li> </ul>	1 балл  1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Консерванты — это вещества, затрудняющие жизнедеятельность микроорганизмов в пищевых продуктах.</li> <li>Консерванты замедляют химическое окисление органических веществ кислородом воздуха.</li> <li>Сахар как консервант создает неблагоприятную среду для жизнедеятельности микроорганизмов при определенной концентрации.</li> <li>При высокой концентрации сахара образуется гипертонический раствор.</li> </ul>	1 балл  1 балл 2 балла 2 балла 2 балла

[illegible]



Таблица 4.2.13

№	Ответ	Критерии оценивания
	4 — толстый кишечник — расщепления не происходит.	1 балл

### Задача 4.2.4.2. Морская капуста (25 баллов)

Темы: морфология растений, биохимия растений, биотехнология.

#### Условие

**Задание 1.** (5 баллов) Под названием «Морская капуста» в пищу используется Сахарина большая (лат. *Saccharina latissima*) — вид бурых водорослей из рода *Saccharina*. До сих пор широко используется прежнее название Ламинария сахаристая, так как ранее вид относился к роду Ламинария (*Laminaria*). Распространена у берегов Северо-Западной Европы, в Белом, Баренцевом морях.

На рис. 4.2.23 представлена схема жизненного цикла *Saccharina latissima*. Письменно охарактеризуйте основные стадии, обозначенные цифрами 1–10, с указанием плоидности.

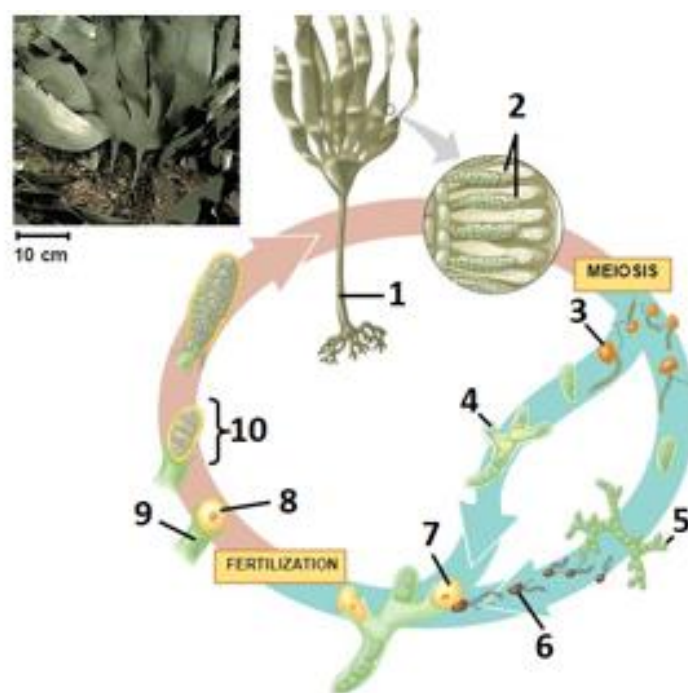


Рис. 4.2.23. Жизненный цикл *Saccharina latissima*

**Задание 2.** (1 балл) Представители рода *Saccharina* считается ценным источником некого элемента **Q**. Запишите его название.

**Задание 3.** (3 балла) Слоевища Ламинарии используются как растительное сырье, входящее в перечень Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV

издания. В описании ФС.2.5.0080.18 указано: цвет цельных слоевищ от светло-зеленого до темно-зеленого; зеленовато-коричневый, красно-коричневый, иногда желтовато-коричневый, светло-коричневый, зеленовато-черный; снаружи слоевища покрыты белым налетом солей. Запах характерный. Вкус солоноватый.

Предположите, в состав какого продукта можно добавить слоевища с целью обогащения продукта неким элементом **Q**. Ответ запишите.

**Задание 4.** (21 балл) Элемент **Q** входит в состав гормонов щитовидной железы. Запишите их название. Объясните механизм образования гормонов. Охарактеризуйте физиологическую роль гормонов в организме человека, приведите не менее пяти примеров.

**Ответ.**

Таблица 4.2.14

№	Ответ	Критерии оценивания
1.	1 — спорофит, преобладает в жизненном цикле — 2п. 2 — спорангии — 2п. 3 — зооспора — п. 4 — женский гаметофит — п. 5 — мужской гаметофит — п. 6 — сперматозоиды — п. 7 — яйцеклетка — п. 8 — зигота — 2п. 9 — сформированный женский гаметофит — п. 10 — развивающийся спорофит — 2п.	0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла
3.	Йод: <ul style="list-style-type: none"> <li>• добавлять в соль, чипсы (учитывать варианты);</li> <li>• хлебобулочные изделия (учитывать варианты);</li> <li>• в качестве специи в салаты (учитывать варианты).</li> </ul>	1 балл 1 балл 2 балла 2 балла
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Гормоны:               <ul style="list-style-type: none"> <li>— тироксин — Т4,</li> <li>— трийодтиронин — Т3.</li> </ul> </li> <li>• Ткань щитовидной железы накапливает большое количество аминокислоты тирозина, которая депонируется и хранится в виде белка — тиреоглобулина (строительного материала для синтеза тиреоидных гормонов).</li> <li>• При включении в работу фермента тиреоидной пероксидазы и наличии молекулярного йода происходит синтез гормонов Т3 и Т4.</li> <li>• Регулирует метаболизм (белков, жиров, углеводов),</li> </ul>	2 балла 2 балла 3 балла 4 балла 4 балла 1 балл 1 балл



Таблица 4.2.14

№	Ответ	Критерии оценива- ния
	рост организма,	1 балл
	работу сердечно-сосудистой системы,	1 балл
	энергетический обмен (терморегуляцию),	1 балл
	работу нервной системы (стимуляция рефлексов).	1 балл

## 4.3. Инженерный тур

### 4.3.1. Общая информация

Идея командной задачи заключается в решении технологической и инженеринговой задачи, посвященной анализу цифровых нутритивных профилей, а также разработке персонализированного рациона питания и «еды будущего», адаптированной под потребителя и основанной:

- на использовании новых отечественных функциональных ингредиентов и нетрадиционных видов сырья;
- на применении специализированных компьютерных программ;
- на внедрении инновационных материалов и технологий.

Задание командной части разделено на отдельные задачи и подзадачи, данные для решения которых тесно связаны друг с другом и подразумевают участие ролей разной направленности в общем процессе решения. Каждая из них направлена на проработку вопросов, возникающих на пути современных исследователей в области пищевой инженерии и технологии производства продуктов здорового питания.

### 4.3.2. Легенда задачи

Здоровье современного человека, несмотря на достижения в области медицины и фармации, существенным образом зависит от того, что он употребляет в пищу. Для поддержания физической активности, работоспособности и активного долголетия человеку необходимо регулярное снабжение его организма всеми необходимыми нутриентами. Они должны поступать регулярно, в полном наборе и количествах, соответствующих физиологическим потребностям организма.

Рациональное, сбалансированное питание для каждого человека не является некой постоянной величиной. Напротив, рациональное питание — величина переменная, которая изменяется с возрастом и зависит от совокупности факторов:

- пол,
- этническая принадлежность,
- уровень физической и психоэмоциональной активности,
- состояния здоровья,
- действия внешних условий.

Поэтому сегодня особенно актуально выстраивать персонализированное питание с учетом индивидуальных особенностей.

При нынешнем стремительном темпе жизни и большой загруженности трудно самостоятельно составить расписание приемов пищи, закупить нужные продукты, приготовить полезные блюда, правильно рассчитать калории, белки, жиры и углеводы в еде. Помощником в этом могут стать различные приложения для смартфона/

планшета и сервисы, специализирующиеся на производстве и доставке персонализированного питания.

Команде участников третьего этапа необходимо организовать инновационное предприятие по производству персонализированного питания. Клиент — Логинов Виталий Александрович.

Виталий учится в колледже Северо-Кавказского Федерального университета вместе со своим другом Никитой, который обращался к участникам Олимпиады НТО на втором этапе. Они получают среднее профессиональное образование в сфере управления качеством продукции, процессов и услуг, а в дальнейшем планируют продолжить обучение в области пищевой инженерии и биотехнологий в вузе.

Занятия в колледже проводятся с понедельника по пятницу. В среду вместо стандартного расписания учащиеся под руководством ведущих ученых занимаются научно-проектной деятельностью. Суббота и воскресенье — выходные дни.

Виталий и Никита интересуются технологиями микрокапсулирования, которые сейчас активно развиваются во всем мире.

Микрокапсулирование представляет собой процесс, с помощью которого биологически активные вещества или функциональные пищевые ингредиенты помещаются в капсулы из различных материалов. Благодаря этому эти вещества или функциональные ингредиенты доставляются в кишечник человека в активном виде. Для микрокапсулирования используют различное оборудование и технологические приемы, в том числе эмульгирование и специальные капсуляторы.

Виталий мечтает носить с собой на учебу ланч-бокс для второго завтрака, скомплектованный на основе персональных потребностей его организма, в составе которого будет инновационный продукт, разработанный с использованием технологий микрокапсулирования.

Дата рождения Виталия — 01.05.2007 г.

Масса тела — 66 кг.

Рост — 1 м 87 см.

Среднедневная физическая активность Виталия представлена в таблице 4.3.1, среднестатистический рацион — в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.1. Информация по средневневной физической активности

Вид активности	Время
<b>Рабочие дни (понедельник, вторник, четверг, пятница)</b>	
Сон	22.00–07.50
Утренние гигиенические процедуры (мытье рук, лица, волос)	07.50–08.00
Завтрак	8.00–8.30
Сборы в университет (одевание)	8.30–8.50
Ходьба пешком (прогулочным шагом) до остановки общественного транспорта	8.50–9.00
Поездка на автобусе в университет	9.00–9.20

<b>Вид активности</b>	<b>Время</b>
Ходьба пешком (прогулочным шагом) от остановки общественного транспорта до корпуса университета	9.20–9.30
Подготовка к учебным занятиям	9.30–9.40
Слушание лекций	9.40–12.30
Дневной отдых, обед	12.30–13.00
Ходьба пешком (прогулочным шагом) в другой корпус университета	13.00–13.10
Подготовка к учебным занятиям	13.10–13.20
Выполнение лабораторной или практической работы	13.20–16.40
Ходьба пешком (прогулочным шагом) до остановки общественного транспорта	16.40–16.50
Поездка на автобусе домой	16.50–17.10
Ходьба пешком (прогулочным шагом) от остановки до дома	17.10–17.20
Гигиенические процедуры (мытье рук, лица, волос)	17.20–17.30
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытье посуды и прочее)	17.30–18.10
Работа на компьютере (выполнение домашнего задания)	18.10–19.00
Ужин	19.00–19.30
Компьютерные игры	19.30–21.00
Общение в мессенджерах, социальных сетях	21.00–21.50
Принятие душа	21.50–22.00
<b>Рабочие дни (среда)</b>	
Сон	22.00–08.30
Утренние гигиенические процедуры (мытье рук, лица, волос)	08.30–08.40
Завтрак	8.40–9.10
Сборы в университет (одевание)	9.10–9.30
Поездка на электросамокате в университет	9.30–10.00
Работа над проектом в научно-исследовательской лаборатории	10.00–12.30
Дневной отдых, обед	12.30–13.00
Работа над проектом в компьютерном классе	13.00–14.30
Поездка на электросамокате в центр города	14.30–14.50
Прогулка пешком с друзьями	14.50–16.50
Поездка на электросамокате домой	16.50–17.30
Гигиенические процедуры (мытье рук, лица, волос)	17.30–17.40
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытье посуды и прочее)	17.40–19.00
Ужин	19.00–19.30
Компьютерные игры	19.30–21.00

Вид активности	Время
Общение в мессенджерах, социальных сетях	21.00–21.50
Принятие душа	21.50–22.00
<b>Выходной день (суббота, воскресенье)</b>	
Сон	22.00–9.00
Утренние гигиенические процедуры (мытьё рук, лица, волос)	9.00–9.20
Завтрак	9.20–10.00
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытьё посуды и прочее)	10.00–11.00
Ходьба пешком (прогулочным шагом)	11.00–11.20
Покупки в магазине	11.20–11.40
Ходьба пешком (прогулочным шагом)	11.40–12.00
Легкая домашняя работа (приготовление пищи, подметание пола, мытьё посуды и прочее)	12.00–13.00
Дневной отдых, обед	13.00–13.40
Работа на компьютере (выполнение домашнего задания)	13.40–15.00
Прогулка пешком с друзьями	15.00–18.00
Подготовка к рабочей неделе (утюжка одежды, чистка обуви и пр.)	18.00–19.00
Ужин	19.00–19.40
Просмотр телепередач	19.40–21.50
Принятие душа	21.50–22.00

Таблица 4.3.2. Среднестатистический рацион

Прием пищи	Наименование блюда, изделия	Масса одной порции, г	Количество порций, шт.
Завтрак	Каша манная вязкая	150,0	1,0
	Сэндвич с ветчиной и сыром	45,0	1,0
	Чай с лимоном	150,0	1,0
Обед	Щи из свежей капусты	500,0	1,0
	Азу	125,0	1,0
	Каша гречневая рассыпчатая	150,0	1,0
	Соус сырный	15,0	1,0
	Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	20,0	3,0
	Компот яблочный	180,0	1,0
Ужин	Макароны с сыром	200	1,0
	Соус тартар	20	1,0
	Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	20	2,0
	Чай с лимоном	150	1,0

### 4.3.3. Требования к команде и компетенциям участников

**Количество** участников в команде: 3–4 человека.

**Роли и компетенции**, которыми должны обладать члены команды:

- **Нутрициолог:** анализ нутритивного статуса потребителя и составление корректирующего персонализированного рациона питания, работа с базами данных.

Компетенции: расчет энергетической и пищевой ценности пищевых продуктов на основе их рецептурного состава; основы корректного составления рациона питания с учетом потребностей организма человека; оценка нутриентного состава рецептур пищевых продуктов на соответствие потребностям человека; работа с НутриМон (конфигурация 1С: Предприятие 8 Мониторинг физического развития и нутритивного статуса).

- **Технолог:** разработка идеи, рецептуры и технологии поликомпонентной инновационной добавки и прототипа инновационного продукта, выработка прототипа.

Компетенции: понимание принципов составления рецептуры и разработки технологии получения продукта; знание технологических операций и их последовательности при производстве.

- **Инженер-биофизик:** проведение и анализ биоимпедансометрии; составление машинно-аппаратурной схемы, работа на ПК.

Компетенции: знание принципов биоимпедансного анализа; умение составлять схемы технологических процессов производства пищевых продуктов, в том числе машинно-аппаратурные схемы; знание основных видов машин и аппаратов пищевых производств, их назначения и принципа действия.

- **Специалист по качеству:** разработка этикетки и маркировки продукта; определение перечня измеряемых показателей качества; лабораторный контроль качества готового продукта.

Компетенции: понимание принципов контроля качества сырья и готового продукта; органолептическая оценка качества; маркировка продукта, работа в лаборатории

### 4.3.4. Оборудование и программное обеспечение

Таблица 4.3.3. Оборудование

Наименование	Описание (для чего используется)
Технологическое оборудование (Приложение 1)	Для реализации разработанной технологии на этапе выработки прототипа. Оборудование из перечня предоставляется по запросу команды в зависимости от выбранной технологии.

Наименование	Описание (для чего используется)
Пищевое сырье, специи и добавки (Приложение 2)	Для разработки рецептуры и дальнейшей выработки прототипа. Материалы из перечня предоставляются по запросу команды в зависимости от выбранной технологии.
Анализатор состава тела «МЕДАСС» ABC-01	Для оценки абсолютных и относительных значений компонентов состава тела. Принцип работы основан на измерении антропометрических параметров и составляющих электрического импеданса участка тела пациента — активного (R) и реактивного (Xc) сопротивлений.
<p>Лабораторные измерительные приборы и оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Аналитические весы.</li> <li>• Анализатор влажности AND MX-50.</li> <li>• Рефрактометр универсальный.</li> <li>• Титровальная установка.</li> <li>• pH-метр.</li> <li>• Лабораторная центрифуга.</li> <li>• Индикатор радиоактивности РА-ДЕКС РД 1503.</li> <li>• Баня водяная для выпаривания GFL 1042.</li> <li>• Гомогенизатор HG-15F-Set с HT 1025 Dalhah для приготовления эмульсий и суспензий.</li> <li>• Термометры жидкостные, цифровые.</li> <li>• Термостат.</li> <li>• Пипетки автоматические.</li> <li>• Посуда лабораторная</li> </ul>	Для исследования физико-химических свойств образца выработанного прототипа. Предоставляется в зависимости от применяемых методик исследования свойств конкретного продукта.
<p>Программа «НутриМон» (конфигурация 1С: Предприятие 8 Мониторинг физического развития и нутритивного статуса)</p> <p><a href="http://www.lcp.ru/solutions/NutriMon/">http://www.lcp.ru/solutions/NutriMon/</a></p>	Для обеспечения обследований клиента по показателям физического развития и питания с целью обоснования конкретизированных нормативов потребления (по нутриентному составу). Используется нутрициологом для анализа нутритивного статуса клиента и персонализации дневного рациона.
Программное обеспечение «МультиМит/-МультиМилк Эксперт»	Для составления и оптимизации рецептуры поликомпонентной инновационной пищевой системы, а также для разработки и/или оптимизации молочного/мясного продукта.

Наименование	Описание (для чего используется)
Электронный фонд правовой нормативно-технической информации «Техэксперт» <a href="https://docs.cntd.ru/">https://docs.cntd.ru/</a>	Для поиска актуальной нормативной информации при решении задач (используется специалистом по качеству). Представлены все необходимые нормативные и правовые документы, регламентирующие вопросы технического регулирования, организации и осуществления деятельности пищевых предприятий (ГОСТ, ГОСТ Р, СП, СНИП, СП, СанПиН, постановления, приказы, федеральные законы и т. д.).
Открытое приложение <a href="http://diagrams.net">http://diagrams.net</a>	Для создания машинно-аппаратурной схемы производства инновационного продукта. Бесплатный онлайн-редактор диаграмм.

### 4.3.5. Описание задачи

Проведите анализ нутритивного статуса, выберите персонализированный состав ланч-бокса для второго завтрака, разработайте рецептуру, технологию производства и маркировку инновационного продукта, а также откорректированное дневное меню для целевого потребителя Логинова Виталия Александровича (далее — Клиента).

#### Обязательные условия по разрабатываемому продукту:

1. Команды из предлагаемого организаторами перечня выбирают вид инновационного продукта, рецептуру которого они разрабатывают. Это может быть мясной продукт или молочный десерт (на выбор участников).
2. Разрабатываемый для целевого потребителя продукт должен включать микрокапсулы или эмульсии с биологически активными веществами. Вид биологически активных веществ команды выбирают из предложенного организаторами списка. Технологию производства микрокапсул или эмульсий участники составляют самостоятельно.
3. Разрабатываемый инновационный пищевой продукт за счет своего состава должен быть направлен:
  - на предотвращение дефицита или восполнение уже имеющегося в организме потребителя дефицита питательных веществ;
  - на оказание положительного эффекта на одну или несколько физиологических функций.

#### Обязательные условия по составлению ланч-бокса для второго завтрака:

1. В состав ланч-бокса входят три блюда: мясное, гарнир и молочный десерт.
2. Инновационный продукт, рецептуру которого разрабатывает команда, должен быть включен в состав ланч-бокса:
  - если команда выбрала для самостоятельной разработки мясной продукт, то в ланч-бокс в качестве десерта необходимо подобрать один из



предлагаемых организаторами молочных десертов промышленного производства от партнеров профиля (см. Приложение 10);

- если команда выбрала для самостоятельной разработки молочный десерт, то для ланч-бокса в качестве основного блюда необходимо подобрать одно из предлагаемых организаторами промышленных мясных изделий от партнеров профиля (см. Приложение 10).

3. Вид гарнира команды подбирают самостоятельно из предложенного организаторами перечня (см. Приложение 9).
4. Общая масса всех блюд (нетто, т. е. без учета упаковки и тары), входящих в ланч-бокс, не должна превышать 300 г.
5. Следует стремиться, чтобы нутриентный состав набора блюд в ланч-боксе был максимально приближен к диапазону 10–30% от суточных норм физиологических потребностей организма Клиента.

### **Рекомендуемый ход работы\*:**

*\*Примечание: в нумерации задач в скобках указаны роли, ответственные за данную задачу: 1 — нутрициолог, 2 — технолог, 3 — инженер-биофизик; 4 — специалист по качеству.*

1. (1, 3). Провести анализ нутритивного статуса Клиента, используя данные из условия задачи и результаты биоимпедансометрии. Сделать выводы и обоснование необходимости корректировки рациона Клиента. Задача выполняется в программе «НутриМон».
2. (1, 2) Разработать рецептуру инновационного продукта. Предложенная рецептура должна удовлетворять требованиям, изложенным в условии задачи заключительного этапа. Подобрать состав ланч-бокса для второго завтрака, который должен удовлетворять требованиям, изложенным в условии задачи финала.
3. (2, 3) Разработать технологию производства продукта. Адаптировать ее для лабораторных условий выработки прототипа. В техническом задании к задаче заключительного представлены перечни базовых технологий и оборудования, которые могут быть использованы при разработке технологии инновационного продукта.
4. (3) Составить машинно-аппаратурную схему производства продукта и ее описание.
5. (4) Описать показатели контроля качественных характеристик готового продукта.
6. (4) Разработать проект этикетки и маркировки готового продукта.
7. (1). Разработать для Клиента откорректированный рацион, учитывающий результаты оценки его нутритивного статуса, а также включающий составленный ланч-бокс для второго завтрака.
8. (2, 3) Произвести выработку опытного образца продукта (прототипа) и гарнира. Собрать и оформить ланч-бокс.
9. (2) Обосновать выбор продукта и сырья для составления его рецептуры и достижения заданной цели.
10. (4). Провести физико-химический анализ опытного образца инновационного продукта. Построить органолептический профиль.

11. (1, 2, 3, 4) Представить разработанный инновационный продукт и состав ланч-бокса для второго завтрака.

## ***Порядок выполнения задачи***

### ***Задача 1. Нутритивный статус клиента (15 баллов)***

На основе последовательного выполнения подзадач для Клиента провести анализ его нутритивного статуса. Сделать выводы и обоснование необходимости коррекции его рациона.

Задача выполняется в программе «НутриМон» (конфигурация 1С: Предприятие 8 Мониторинг физического развития и нутритивного статуса).

Каждая команда выполняет задачу, используя свою базу данных в программе «НутриМон». Использование базы данных, предназначенной для другой команды, не допускается!

По итогам выполнения подзадач необходимо сохранять и сдавать на проверку отчеты. Предусмотрены отчеты двух видов:

- снимки экрана (необходимо сохранять в отведенные для них места в документе «Отчет-снимки к задаче 1»);
- документы Word с присвоением соответствующего имени.

Все отчетные документы загружаются в личную папку команды, доступную только ей и организаторам.

Все подзадачи и артефакты должны быть выполнены строго в соответствии со временем, указанным в графике получения и сдачи заданий.

### ***Ход решения (подзадачи)***

#### ***Подзадача 1.1 (2 балла)***

Создайте новый документ в «Антропометрическом журнале» и внесите в него информацию по антропометрическим данным Логинова Виталия Александровича. Для расчета величины основного обмена используйте в качестве правила расчета уравнение Харриса – Бенедикта.

В поле «Заключение» документа впишите интерпретацию показателя ИМТ Клиента в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

**Отчетный документ:** снимок (скриншот) экрана с заполненным документом «Антропометрия».

#### ***Подзадача 1.2 (5 баллов)***

Создайте новый документ в «Журнале расчета физической активности». Внесите в него информацию по физической активности Клиента.

**Отчетный документ:** снимок (скриншот) экрана с заполненным документом «Физическая активность» (поместить в отчет снимки к задаче 1).

*Подзадача 1.3 (2 балла)*

Создайте новый документ «Дневник питания» и внесите в него среднестатистический рацион питания Клиента.

**Отчетный документ:** снимок экрана с заполненным документом «Дневник питания» (поместить в отчет снимки к задаче 1).

*Подзадача 1.4 (6 баллов)*

Проведите биоимпедансный анализ (оценку состава тела) Клиента. На основе анализа полученных результатов проведите в программе НутриМон необходимые манипуляции для того, чтобы в документе «Антропометрия» в таблице «Показатели» появились строки с теми показателями биоимедансометрии, по которым значение центиля находится за пределами диапазона 15–75.

Для каждого показателя введите соответствующее значение (в поле «Значение» таблицы «Показатели»), полученное по результатам биоимпедансного анализа. После этого в документе «Антропометрия» проведите необходимые манипуляции для того, чтобы по каждому показателю программа заполнила все остальные ячейки в таблице «Показатели» («Норма», «Процент нормы», «Процентиль», «Z-score», «Комментарий»).

В поле ВОО документа «Антропометрия» откорректируйте (замените) значение основного обмена в соответствии с данными, полученными в результате биоимпедансного анализа. Сохраните внесенные изменения.

**Обратите внимание:** проценты и процентные доли по АКМ, СММ, ЖМ, а также «Классификация по проценту жировой массы», представленные в результатах биоимпедансного анализа, не являются самостоятельными показателем, поэтому в данном задании для заполнения таблицы «Показатели» не используется.

После выполнения задания сформируйте отчет «Нутритивный статус» для Клиента, проверьте наличие и корректность всех новых данных, проведите анализ представленной в отчете информации. Сохраните отчет «Нутритивный статус» в файл с расширением .docx (Документ Word) со следующим именем **Нутритивный\_статус\_Клиента.docx**.

**Отчетные документы:**

1. протокол биоимпедансного анализа;
2. файл Word с именем **Нутритивный\_статус\_Клиента.docx**.

**Задача 2. Рецептура инновационного продукта и состав ланч-бокса (20 баллов)**

Разработать рецептуру инновационного мясного/молочного продукта. Предложенная рецептура должна удовлетворять требованиям, изложенным в условии задачи финала.

В качестве базового продукта (аналога) предлагается выбрать один из представленных в перечне продуктов (на усмотрение участников):

1. Полуфабрикаты мясные рубленые (типа котлет (биточки, котлеты, гамбургеры, тефтели, фрикадельки и др.: полуфабрикаты в оболочке: купаты, колбаски для жарки, чивапчичи и др.).

2. Крем творожный 5%-й.
3. Сырки творожные 6%-е с наполнителем.
4. Творожная масса с наполнителем.
5. Молочный пудинг с наполнителем.
6. Сливочный напиток.

При составлении рецептуры необходимо учитывать, что производственные мощности инновационного предприятия обладают определенным сырьевым запасом и списком поставщиков. В предлагаемую рецептуру должны входить ингредиенты из перечня, представленного в таблицах «Перечень сырья МультиМилк Олимпиада НТО 2025/Перечень сырья МультиМит Олимпиада НТО 2025» (см. Приложения №№ 4, 5).

В рецептуре можно использовать другие традиционные ингредиенты, входящие в состав базы данных программ «МультиМит» и «МультиМилк», но ТОЛЬКО по согласованию с разработчиками задания. Также в рецептуру можно ввести не более одного дополнительного ингредиента (отсутствующего в программах), но ТОЛЬКО по согласованию с разработчиками задания.

### **Ход решения (подзадачи)**

*Подзадача 2.1 (5 баллов) Разработка рецептуры жировой эмульсии/капсулированного продукта*

1. Если в качестве базового продукта выбран мясной рубленый полуфабрикат, то разработку рецептуры необходимо проводить в **программе «МультиМит»**. Необходимо разработать рецептуру жировой эмульсии, в состав которой должны входить:
  - комплексная пищевая добавка, включающая ингредиенты, способные обеспечивать готовой эмульсии термостойкие свойства (сохраняется форма и не плавится при нагреве);
  - жирное сырье (жир-сырец, шпик свиной, кожа куриная и др.);
  - вода.

В рецептурный состав эмульсии необходимо включить одно из наименований БАВ.

Вид и наименование пищевой добавки для получения термостойкой эмульсии выбирается из перечня пищевых добавок (далее — ПД) для эмульсий (см. Приложение 1), БАВ выбираются из таблицы «Перечень БАВ Олимпиада НТИ 2025» (см. Приложение 2). При разработке рецептурного состава эмульсии необходимо воспользоваться инструкцией (см. Приложение 3).

2. Если в качестве базового продукта выбран молочный продукт, то разработку рецептуры необходимо проводить в **программе «МультиМилк»**.

Необходимо разработать рецептуру компонента в виде микрокапсул, обладающих биологически активными свойствами, которые:

- придают продукту свойства, отвечающие современным требованиям к функциональным продуктам,
- способствуют восстановлению сил и энергии, затраченных в течении дня на решение ежедневных задач,

- повышают тонус жизненных сил,
- увеличивают биологическую ценность готового продукта, обладают антиоксидантной активностью (шалфей, эхинацея, микропартикулят сывороточных белков).

В рецептурный состав микрокапсулы необходимо включить одно из наименований БАВ. Вид и наименование пищевой добавки для получения микрокапсул выбирается из таблицы «Перечень БАВ Олимпиада НТО 2025 (см. Приложение 2). При разработке рецептурного состава микрокапсулы необходимо воспользоваться инструкцией (см. Приложение 3).

### ***Ход решения (подзадачи)***

#### *Подзадача 2.2 (5 баллов) Разработка рецептуры мясного/молочного продукта*

1. С использованием программного комплекса «МультиМит» необходимо разработать рецептуру мясного рубленого полуфабриката (разновидность полуфабриката выбирается разработчиком самостоятельно), в состав которой нужно включить в качестве одного из компонентов самостоятельно разработанную жировую эмульсию. При разработке рецептуры мясного продукта следует воспользоваться инструкцией.
2. С использованием программного комплекса «МультиМилк» необходимо разработать рецептуру молочного продукта (выбирается разработчиком самостоятельно), в состав которой нужно включить разработанные микрокапсулы, обогащенные биологически активными веществами. При разработке рецептуры молочного продукта следует воспользоваться инструкцией.

**Отчетный документ:** снимок экрана с заполненными рецептурами разработанной жировой эмульсии/микрокапсул, обогащенных биологически активными веществами и пищевого продукта.

#### **Перенос рецептуры в программу «НутриМон»**

Составленную в программе «МультиМит» и «МультиМилк» рецептуру для дальнейшей оценки нутриентного состава и включения в состав ланч-бокса необходимо внести в программу «НутриМон».

С целью обеспечения качественных и органолептических показателей готового изделия допускается корректировка соотношения компонентов рецептуры в ходе лабораторной выработки прототипа продукта.

Изменение состава продукта, то есть входящих в рецептуру ингредиентов, в процессе лабораторной выработки и после недопустимо. Все внесенные в ходе лабораторной выработки изменения должны быть зафиксированы в протоколе изменений в период нахождения в лаборатории.

По окончании лабораторной выработки протокол сдается эксперту, находящемуся на площадке. Дальнейшее изменение рецептуры не допускается. Изменения, зафиксированные в протоколе, должны быть учтены в «НутриМон» и найти отражение во всех отчетных документах.

#### *Подзадача 2.3 (10 баллов)*

Подобрать персонализированный состав ланч-бокса для второго завтрака. Предложенная рецептура должна удовлетворять требованиям, изложенным в условии за-

дачи финала.

### **Ход решения (подзадачи):**

1. В программе «НутриМон» в справочнике **Продукты** в группе (внутри папки) «Инновации НТО» откройте элемент с наименованием **Ланч-бокс**.
2. На вкладке **Рецептура** проверьте, что флажки **Автоматический расчет веса блюда при вводе сведений о составе продукта** и **Автоматический расчет нутриентного состава блюда при вводе исходных данных** включены (флажки обозначены буквой **А**).
3. На этой же вкладке заполните в левой таблице состав ланч-бокса, выбирая наименования продуктов и их массу нетто. Для сохранения внесенных изменений нажмите кнопку **Записать**.
4. Для проведения анализа на соответствие нутриентного состава набора блюд в ланч-боксе потребностям организма Клиента создайте отдельный документ «Дневник питания». Дата этого документа должна отличаться (быть более поздней) от даты предыдущего документа «Дневник питания», в котором отражен среднестатистический рацион питания Клиента.
5. Добавьте в него составленный вашей командой ланч-бокс и укажите его массу нетто в граммах.
6. Сформируйте отчет «Нутритивный статус» для Клиента на дату ввода нового документа «Дневник питания» с ланч-боксом.
7. Сохраните отчет в виде файла с расширением **.docx** (Документ Word) со следующим именем **Нутритивный\_статус\_Ланч-бокс.docx**.

**Отчетный документ:** снимок экрана с заполненным составом ланч-бокса в справочнике **Продукты**.

### **Задача 3. Технология производства продукта (20 баллов)**

Разработать технологию производства продукта. Адаптировать ее для лабораторных условий выработки прототипа.

При разработке инновационной технологии рекомендуется опираться на базовую технологическую схему продукта-аналога. При разработке технологии мясного (полуфабриката)/молочного продукта следует воспользоваться материалом «Инструкция по составлению рецептуры мясного/молочного продукта» (см. Приложение 6).

При разработке технологии производства необходимо учитывать материально-техническую базу инновационного предприятия, представленную в таблице «Перечень технологического оборудования, возможного к использованию при производстве продукта» (см. Приложение 7).

### **Ход решения (подзадачи)**

Согласно рассчитанной и принятой рецептуры инновационного продукта технологически необходимо:

1. Определить перечень и последовательность проведения технологических операций (таблица 4.3.4, графа 2).

2. Дать краткое описание назначения операции и ее проведения (графа 3).
3. Провести расчет расхода компонентов рецептуры на единицу массы или объема продукта, необходимых для выработки его в лабораторных условиях. Расход компонентов рассчитывается согласно составленной рецептуры.
4. Установить режимы и параметры проведения технологических операций (графа 5). В случае отсутствия таковых указать прочерк.
5. Адаптировать разработанную технологию под лабораторные условия выработки прототипа в графе 6 — указать необходимое для проведения технологической операции лабораторное оборудование и инвентарь. При этом необходимо учитывать возможную материально-техническую базу (см. Приложение 1).

Таблица 4.3.4. Технологическая карта (организация и проведение технологических операций по производству инновационного продукта)

№	Наименование технологической операции	Краткое описание назначения операции и ее проведения	Расход компонентов на единицу (массу, объем)* продукта, г	Режимы и параметры проведения операции (при их наличии)	Лабораторное оборудование (инвентарь) для проведения операции
1	2	3	4	5	6

*\*Рассчитывается в зависимости от вида продукта (изделия), применяемого оборудования (минимальной и максимальной загрузки). Например: минимальная загрузка куттера при изготовлении колбасного фарша составляет 1,5 кг, максимальная 2,5 кг. Расход компонентов может быть установлен в этом диапазоне, например, для получения 2,0 кг фарша.*

С целью обеспечения качественных показателей готового изделия допускается корректировка режимов и параметров технологических операций (графа 5 таблицы) в ходе лабораторной выработки прототипа продукта.

Изменение последовательности операций в процессе лабораторной выработки и после недопустимо. Все внесенные в ходе лабораторной выработки изменения должны быть зафиксированы в протоколе изменений в период нахождения в лаборатории. По окончании лабораторной выработки протокол сдается эксперту, находящемуся на площадке. Дальнейшее изменение технологической карты не допускается. Изменения, зафиксированные в протоколе, должны быть учтены во всех отчетных документах.

Изменение принятой последовательности технологических операций после сдачи отчетного документа на проверку возможно только по решению эксперта и только в том случае, если реализация принятых технологических решений может привести к получению небезопасного продукта или нарушению требований к правильной эксплуатации оборудования, его загрузке и проч. При этом такое изменение последовательности влечет снижение баллов за задачу. Изменения, зафиксированные в протоколе, должны быть учтены в программах «МультиМит», «МультиМилк» и «НутриМон» и найти отражение во всех отчетных документах.

**Отчетный документ:** заполненная технологическая карта.

#### **Задача 4. Разработка машинно-аппаратурной схемы и ее описания (35 баллов)**

На основе разработанной технологии составить машинно-аппаратурную схему производства разрабатываемого пищевого продукта в промышленных условиях, а также представить описание машинно-аппаратурной схемы.

Исходными данными для выполнения данной задачи являются:

1. рецептура инновационного продукта;
2. описание технологического процесса производства инновационного продукта.

Данная задача выполняется с использованием онлайн-ресурса <https://app.diagrams.net> и с использованием тестового редактора Microsoft Word.

По итогам выполнения подзадачи 4.1 необходимо представить файл с названием **Машинно-аппаратурная схема\_название команды** сохраненный в формате редактируемого растрового изображения (.png).

По итогам выполнения подзадачи 4.2 следует представить файл с названием **Описание схемы\_название команды** созданный в формате документа Microsoft Word (.docx).

Все подзадачи должны быть выполнены, а артефакты подготовлены строго в соответствии со временем, указанным в графике получения и сдачи заданий.

#### **Ход решения (подзадачи)**

##### *Подзадача 4.1 (21 балл)*

Разработать машинно-аппаратурную схему производства разрабатываемого пищевого продукта в промышленных условиях:

1. Внимательно изучите разработанные командой технологическое описание процесса производства продукта, а также рецептуру продукта.
2. Определите перечень технологического оборудования, которое необходимо для осуществления всех технологических процессов производства разрабатываемого продукта в промышленных условиях.
3. Используя инструменты онлайн-ресурса <https://app.diagrams.net>, а также рекомендуемые материалы, разработайте машинно-аппаратурную схему производства разрабатываемого продукта.

**Отчетный документ:** файл с именем **Машинно-аппаратурная\_схема\_название\_команды.png**.

##### *Подзадача 4.2 (14 баллов)*

Для разработанной машинно-аппаратурной схемы необходимо составить ее текстовое описание, которое должно отражать последовательность этапов технологического процесса производства, а также особенности изменений сырья, происходящие в оборудовании (нагревание, измельчение, сквашивание и т. д.).

Подробное описание порядка составления описания схемы с примерами приведено в «Инструкции по построению машинно-аппаратурной схемы и ее описания».

**Отчетный документ:** файл с именем **Описание\_схемы\_название\_команды.docx**.



### **Задача 5. Определение показателей контроля качества (10 баллов)**

Осуществить выбор документации, регламентирующей показатели качества и безопасности пищевой продукции. По выбранной документации для разработанного инновационного продукта определить органолептические, физико-химические показатели контроля качественных характеристик и микробиологические, гигиенические показатели готового продукта.

Перечень контролируемых показателей качества в большинстве случаев можно найти в стандартах на данный вид продукции, например ГОСТ 31981 «Йогурты. Общие технические условия»; ГОСТ 32951 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия».

Следует отметить, что показатели качества подразделяются на органолептические и физико-химические, а показатели безопасности — на микробиологические и гигиенические показатели. Выбор документации, регламентирующей показатели качества и безопасности пищевой продукции, осуществляется в справочной системе «Техэксперт», доступной специалисту по качеству на его рабочем месте.

#### **Ход решения (подзадачи)**

В зависимости от выбора продукта подбирается нормативная документация для органолептических и физико-химических показателей (ГОСТ, ГОСТ Р); для показателей безопасности — Технические регламенты Таможенного союза (ТР ТС). Далее необходимо выписать из выбранной документации нормируемые органолептические, физико-химические, микробиологические и гигиенические показатели.

Таблица 4.3.5. Определение показателей контроля качества и безопасности готового продукта

№	Наименование регламентирующего документа (ТР ТС, ГОСТ, ГОСТ Р)	Наименование группы показателей	Наименование и размерность показателя	Нормативное значение показателя
		Органолептические показатели		
		Физико-химические показатели		
		... и т. д.		

**Отчетный документ:** файл «Таблица к задаче № 5».

### **Задача 6. Этикетка и маркировка продукта (15 баллов)**

В соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» разработать проект этикетки и маркировки готового продукта.

При разработке проекта этикетки можно пользоваться любым доступным ПО, онлайн-приложениями и техническими средствами. Применяемые при разработке проекта технические средства и качество визуализации не являются критериями оценивания.

Требования к цветам, шрифтам, логотипу и фирменному стилю при разработке дизайна этикетки определяются участниками самостоятельно.

При разработке маркировки продукта необходимо руководствоваться требованиями ТР ТС 022/2011 Статья 4. Требования к маркировке пищевой продукции.

### ***Ход решения (подзадачи)***

1. Сформулировать наименование готового продукта в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 п. 4.3. «Общие требования к формированию наименования пищевой продукции».
2. Разработать проект этикетки. Дизайн этикетки должен в максимально лаконичной форме донести потребителю все свойства и преимущества продукта, сформировать доверие к качеству и желание купить.
3. Маркировка упакованной пищевой продукции должна содержать сведения, приведенные в ТР ТС 022/2011 п. 4.1. «Требования к маркировке упакованной пищевой продукции» (позиции 1–11).

**Отчетный документ:** проект этикетки и маркировки (форматы файла .doc, .docx, .pdf, .tiff, .jpeg, .jpg, .png, .ppt).

### ***Задача 7. Коррекция рациона клиента (18 баллов)***

Следует разработать для Клиента откорректированный рацион питания, максимально отвечающий физиологическим потребностям его организма в нутриентах (по всем пищевым веществам максимально приближенный к нормам физиологических потребностей). Рацион должен включать составленный командой ланч-бокс для второго завтрака.

### ***Ход решения (подзадачи)***

Корректировку необходимо выполнить, создав новый документ «Дневник питания» с обновленным рационом. Дата этого документа должна отличаться (быть более поздней) от даты предыдущих документов «Дневник питания», в которых отражен первоначальный среднестатистический рацион питания Клиента и проведена оценка нутриентного состава ланч-бокса.

Корректировку необходимо выполнить с учетом следующих требований:

- в рацион в качестве второго завтрака ввести ланч-бокс, состав которого разработала команда и который был внесен в справочник «Продукты» (задача № 2);
- общая масса пищи за один прием не должна превышать 750 г;
- количество наименований блюд (продуктов) за один прием пищи не должно превышать 7 шт.

Сформируйте отчет «Нутритивный статус» для Клиента на дату ввода нового рациона (дату документа «Дневник питания», которым введен новый скорректированный рацион). Сохраните отчет в виде файла с расширением .docx (Документ Word) со именем Нутритивный\_статус\_Новый.docx.

**Отчетные документы:**

- снимок (скриншот) экрана с заполненным документом «Дневник питания»;
- файл Word с именем Нутритивный\_статус\_Новый.docx.

**Задача 8. Прототип инновационного продукта и ланч-бокса (30 баллов)**

Осуществить в лабораторно-производственных условиях выработку опытного образца инновационного пищевого продукта и гарнира. Произвести сборку предложенного состава ланч-бокса.

**Ход решения**

При решении задачи командам необходимо в лабораторно-производственных условиях осуществить выработку инновационного пищевого продукта, рецептуру и технологию производства которого команды разработали днем ранее. Кроме того, требуется провести выработку гарнира, предложенного командой для формирования ланч-бокса, и сборку (оформление) всех предложенных командой блюд в упаковку для ланч-бокса (предоставляется организаторами Олимпиады).

Перед тем как приступить к выполнению задачи, необходимо ознакомиться с инструкцией по технике безопасности при работе в лаборатории.

**Отчетные документы:**

- готовый продукт и его фото (делает площадка проведения);
- собранный ланч-бокс и его фото (делает площадка проведения).

**Задача 9. Оценка качества (20 баллов)**

При выполнении задачи необходимо:

1. провести анализ показателей качества опытного образца выработанного продукта (по выбору организаторов, в соответствии с предоставленными методами исследований);
2. построить органолептический профиль по полученным органолептическим показателям;
3. сделать вывод о соответствии качества данного вида продукта.

Завершающим этапом разработки инновационного продукта является определение его соответствия стандартам качества и потребительских свойств.

Командам следует провести исследование качественных характеристик разработанного продукта, а именно, физико-химических свойства и органолептических показателей.

**Ход решения (подзадачи)***Подзадача 9.1 (11 баллов)*

При решении задачи командам необходимо провести исследование физико-химических свойств образца выработанного ими прототипа. Полученные во время эксперимента данные заносятся в таблицу протокола испытаний.

Определить (подобрать) для своего продукта соответствующий нормативный документ (ГОСТ) и сделать выводы о соответствии экспериментальных данных нормативным значениям.

**Отчетный документ:** протокол испытаний (шаблон протокола испытаний находится в папке «Техническое задание» на рабочем компьютере участника).

*Подзадача 9.2 (9 баллов)***Ход решения:**

1. Оценка качества разработанного продукта (прототипа) по органолептическим показателям проводится дегустационной комиссией на площадке профиля. Комиссия ориентируется на требования органолептических показателей, приведенных в соответствующем ГОСТе на данный вид продукции.

Полученные результаты органолептических показателей (по пятибалльной шкале) комиссия вносит в дегустационные листы, которые размещаются вместе с фото прототипа в персональных папках команд с готовыми решениями.

2. Используя полученные средние значения баллов по каждому критерию, необходимо построить органолептический профиль продукта в Microsoft Excel.
3. Провести анализ органолептического профиля и сделать вывод о соответствии или несоответствии разработанного продукта органолептическим показателям качества, установленным в стандарте.

**Отчетный документ:** протокол испытаний.

**Задача 10. Представление работы (17 баллов)**

Представить экспертам инновационный продукт, разработанный командой.

**Ход решения (подзадачи)**

Завершающим этапом работы по профилю является представление полученного инновационного продукта и составленного ланч-бокса экспертам. Для этого участникам необходимо подготовить презентацию, с помощью которой представить:

- Выводы и рекомендации по результатам анализа нутритивного статуса.
- Обоснование рецептуры созданного командой продукта и состава ланч-бокса.
- Обоснование машинно-аппаратурной схемы созданного командой продукта.
- Обоснование показателей качества и безопасности созданного командой продукта.
- Привлекательность и инновационность разработки (созданного командой продукта и составленного ланч-бокса) для потенциального потребителя.

**Отчетный документ:** презентация.

### 4.3.6. Система оценивания

Оцениванию подлежат предоставленные участниками решения, документы, отчеты, а также выполнение практической части во время работы в лаборатории и финальное представление работы.

Для оценки работ участники размещают в отчетной папке команды отчетные документы по каждой подзадаче в соответствии с расписанием дедлайнов. Размещенные решения должны быть окончательными. По завершении срока отчетные документы выгружаются организатором и передаются жюри на оценивание.

Исправления, внесенные в подзадачу после выгрузки файла, не оцениваются. За каждой компетенцией и ролью закреплен свой состав жюри. Эксперты жюри оценивают каждое задание в баллах в соответствии с критериями.

Таблица 4.3.6. Критерии оценивания

Задача	Артефакт	Аспект	Балл
Задача 1 (15 баллов) Провести анализ нутритивного статуса Клиента; сделать выводы и обоснование необходимости корректировки рациона Клиента	Документ «Антропометрия» (подзадача 1.1)	Корректность заполнения антропометрических данных Клиента, правильность интерпретации значения показателя ИМТ, корректность работы с объектом «документ» в программе «НутриМон»	0–2
	Документ «Физическая активность»	Корректность заполнения информации по физической активности Клиента, корректность работы с объектом «документ» в программе «НутриМон»	0–5
	Документ «Дневник питания»	Корректность заполнения среднестатистического рациона питания Клиента, корректность работы с объектом «документ» в программе «НутриМон»	0–2
	Отчет «Нутритивный статус» (подзадача 1.4)	Соответствие информации в отчете нутритивному статусу Клиента	0–6
Задача 2 (20 баллов) Подзадача 2.1.1 (5 баллов) Разработать рецептуру инновационного продукта Подзадача 2.1, 2.2, 2.3 Подзадача 2.1 Разработать рецептуру инновационного ингредиента	Документ «Рецептура жировой эмульсии» (выгружен из программы «МультиМит»)	Рецептура жировой эмульсии составлена с учетом рекомендуемого соотношения компонентов: эмульгатор — жир — вода	0–5
	Документ «Рецептура капсулированного продукта» (выгружен из программы «МультиМилк»)	Рецептура капсулированного продукта составлена с учетом рекомендуемого соотношения компонентов: альгинат натрия — экстракт/микропартикулят сывороточных белков — вода	

Задача	Артефакт	Аспект	Балл
Подзадача 2.2 (5 баллов) Разработать рецептуру мясного/молочного продукта	Документ «Рецептура мясного/молочного продукта»	Технология разработана в программе «МультиМит» / «МультиМилк» и предоставлен отчетный документ из программы	0–5
Подзадача 2.3 (10 баллов) Подобрать персонализированный состав ланч-бокса для второго завтрака.	Снимок экрана с заполненным составом ланч-бокса в справочнике «Продукты»	Корректность заполнения документа «Дневник питания» с ланч-боксом	0–10
Задача 3 (20 баллов) Разработать технологию производства продукта; адаптировать ее для лабораторных условий выработки прототипа	Технологическая карта (организация и проведение технологических операций по производству инновационного продукта)	Технология изготовления продукта: перечень и последовательность проведения технологических операций, формулировка целей и задач (корректность наименований, наличие/отсутствие необходимых операций, правильность формулировок)	0–6
		Расчет расхода компонентов на единицу (массу, объем) продукта: оценивается правильность расчета согласно рецептуре и единице (масса, объем) изготавливаемого продукта	0–5
		Правильность значений режимов и параметров проведения технологических операций	0–5
		Правильность определения перечня рекомендуемого лабораторного оборудования и инвентаря	0–4
Задача 4 (35 баллов) Разработать и описать машинно-аппаратурную схему процесса производства продукта	Подзадача 4.1 (21 балл) Машинно-аппаратурная схема	Полнота перечня оборудования, приведенного в машинно-аппаратурной схеме	0–7
		Правильность взаиморасположения оборудования по направлению технологического потока	0–7
		Наличие и правильность наименований технологических потоков (в том числе наличие и наименование потоков дополнительного сырья и побочных продуктов производства)	0–7
	Подзадача 4.2 (14 баллов) Описание машинно-аппаратурной схемы	Степень соответствия машинно-аппаратурной схемы и ее словесного описания	0–7
		Наличие в описании машинно-аппаратурной схемы упоминания назначения оборудования и взаимодействия рабочих органов с продуктом	0–7
Задача 5 (10 баллов) Описать показатели контроля качественных характеристик сырья и готового продукта	Файл отчета «Задача 5»	Правильность определения показателей контроля качественных характеристик и показателей безопасности готового продукта	0–10

Задача	Артефакт	Аспект	Балл
Задача 6 (15 баллов) В соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» разработать проект этикетки и маркировки готового продукта	Этикетка с наименованием и маркировкой готового продукта	Соответствие сформулированного названия требованиям ТР ТС 022/2011 п. 4.3.	0–5
		Уникальность и приметность дизайна этикетки	0–4
		Полнота сведений маркировки в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011	0–6
Задача 7 (18 баллов) Разработать для Клиента откорректированный рацион, максимально отвечающий физиологическим потребностям его организма в нутриентах, включающий новый пищевой продукт; рацион должен включать составленный командой ланч-бокс для второго завтрака	Новый документ «Дневник питания»	Выполнение трех основных требований задачи при разработке рациона, корректность работы с объектом «документ» в программе «НутриМон»	0–3
	Отчет «Нутритивный статус»	Величина отклонения содержания БЖУ в дневном меню от рекомендуемой суточной нормы	0–4
		Величина отклонения содержания витаминов в дневном меню от рекомендуемой суточной нормы	0–4
		Величина отклонения содержания минеральных веществ в дневном меню от рекомендуемой суточной нормы (кроме повышенного содержания селена, цинка, меди, марганца, кальция, калия, магния, йода)	0–4
		Выполнение рекомендаций относительно потребления в дневном рационе пищевых волокон	0–1
		Артефакт с отчетом «Нутритивный_статус_Новый»	0–1
		Снимок (скриншот) экрана с заполненным документом «Дневник питания».	0–1
Задача 8 (30 баллов) Осуществить в лабораторно-производственных условиях выработку опытного образца мясного/молочного продукта для ланч-бокса	Мясной/молочный продукт (20 баллов)	Выполнение технологических операций производства инновационного продукта: оценивается быстрота и четкость проведения операций, умение использовать пространство, время при проведении операций последовательно (одна операция) и одновременно (две или более)	0–6
		Подготовка рецептурных компонентов. Оценивается выработка продукта согласно рецептуре, правильность закладки и подготовки рецептурных компонентов	0–5

Задача	Артефакт	Аспект	Балл
		Контроль параметров и режимов проведения операций: оценивается умение контролировать режимы и параметры операции (продолжительность, температура и т. п.), внимательность и оперативность при проведении сложных операций	0–4
		Взаимодействие в команде	0–5
		Четкость и согласованность участников команды, ответственность каждого за участок работы, соблюдение техники безопасности и правил работы в лаборатории	
	Ланч-бокс (10 баллов)	Оформление ланч-бокса	0–3
		Органолептические свойства гарнира и сочетаемость блюд	0–7
Задача 9 (20 баллов) Провести сенсорный и физико-химический анализ опытного образца инновационного продукта; построить органолептический профиль.	Протокол испытаний	Знание используемых методик проведения сенсорного и физико-химического анализа показателей качества продуктов	0–6
		Соответствие данных в протоколе испытаний результатам проведенных исследований	0–6
		Правильность определения для своего продукта нормативному документу (ГОСТ)	0–3
	Органолептический профиль	Правильность построения органолептического профиля, наличие и корректность вывода о соответствии качества данного вида продукта	0–5
Задача 10 (17 баллов) Представить экспертам инновационный продукт, разработанный командой	Представление работы: слайды презентации	Выводы по результатам анализа нутритивного статуса и формулировка рекомендаций по его корректировке	0–17

### 4.3.7. Решение задачи

#### Задача 1. Нутритивный статус клиента

##### Подзадача 1.1

Решение осуществляется в программе «НутриМон» на основе последовательного ввода информации в базу данных и корректной работы с объектом типа «Документ» программы семейства 1С: Предприятие 8.

Интерпретация показателя ИМТ Клиента осуществляется в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».



Заключение: ИМТ немного ниже нормы.

Пример корректного ввода информации приведен на рис. 4.3.1.

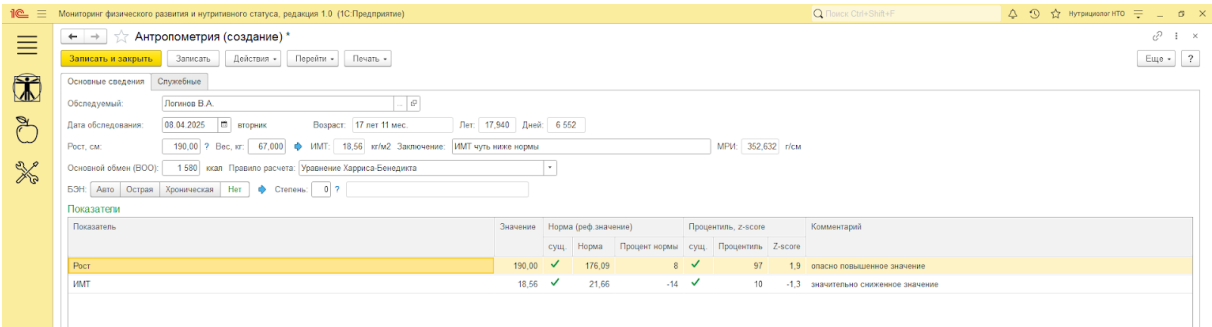


Рис. 4.3.1. Антропометрия Клиента

Подзадача 1.2

Решение осуществляется в программе «НутриМон» (конфигурация 1С: Предприятие 8 Мониторинг физического развития и нутритивного статуса) на основе последовательного ввода информации о физической активности Клиента в базу данных и корректной работы с объектом типа «Документ» программы семейства 1С: Предприятие 8. Пример корректного ввода информации о физической активности приведен на рис. 4.3.2.

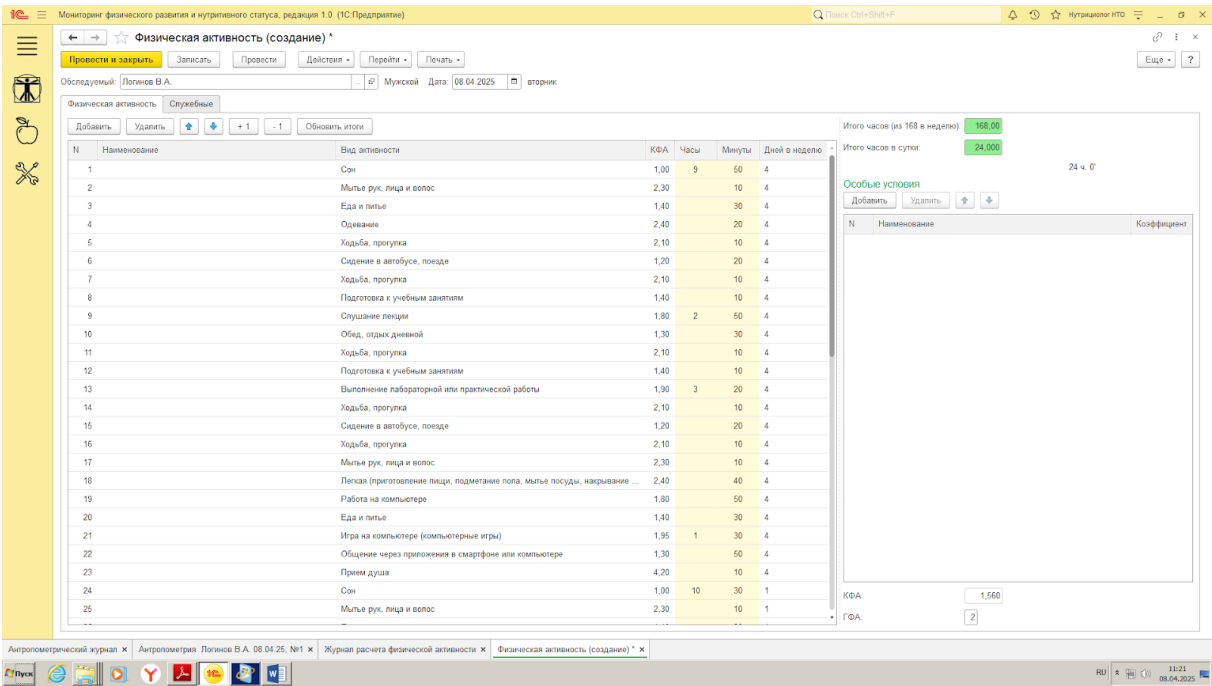


Рис. 4.3.2. Физическая активность клиента

Подзадача 1.3

Решение осуществляется в программе «НутриМон» на основе последовательного ввода информации о рационе питания Клиента в базу данных и корректной работы с объектом типа ДОКУМЕНТ программы семейства 1С: Предприятие 8.

Пример корректного ввода информации о рационе питания приведен на рис. 4.3.3.

Приним. пищи	Заметка	Продукт	Количество	Ед. изм.	Граммов
Завтрак		Каша манная вязкая по 1-276	1,0		150,0
Завтрак		Сэндвич с ветчиной и сыром	1,0		45,0
Завтрак		Чай с лимоном по 2-154	1,0		150,0
Обед		Щи из свежей капусты по 1-130	1,0		500,0
Обед		Азу по 1-432	1,0		125,0
Обед		Каша гречневая рассыпчатая	1,0		150,0
Обед		Соус сырный, готовый к употреблению	1,0		15,0
Обед		Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	3,0	кусоч, 20 г	60,0
Обед		Компот яблочный по 2-118	1,0		180,0
Ужин		Макароны с сыром	1,0		200,0
Ужин		Соус томатный	1,0		20,0
Ужин		Хлеб пшеничный формовой из муки в/с	2,0	кусоч, 20 г	40,0
Ужин		Чай с лимоном по 2-154	1,0		150,0

Рис. 4.3.3. Дневник питания Клиента

### Подзадача 1.4

Проведение биоимпедансного анализа осуществляется в лаборатории под контролем специалиста. В момент измерений пациент находится на кушетке в положении лежа на спине. Угол между плечом правой руки и вертикальной осью туловища должен составлять  $45^\circ$ , предплечье правой руки располагают параллельно вертикальной оси туловища, ноги на ширине плеч.

Для проведения анализа используются одноразовые биоадгезивные кардиографические электроды, применяется четырехэлектродная схема измерений, при которой одна пара электродов устанавливается на кисти пациента, а вторая — на стопе.

Перед началом исследования в программу, сопряженную с анализатором, вносят:

- Ф.И.О. Клиента,
- дату рождения,
- пол пациента,
- значения предварительно измеренных антропометрических параметров: рост, вес, обхваты талии и бедер.

Затем пациенту накладывают электроды, проводят измерения и запись результатов.

Дальнейшее решение осуществляется в программе «НутриМон» на основе изменения свойств нутриентов, указанных в задаче, а также корректной работы с объектами типа «Справочник» и «Документ» программы семейства 1С: Предприятие 8.

Пример результатов биоимпедансного анализа и правильного выполнения задания в отчете «Нутритивный статус» (см. рис. 4.3.4– 4.3.6).

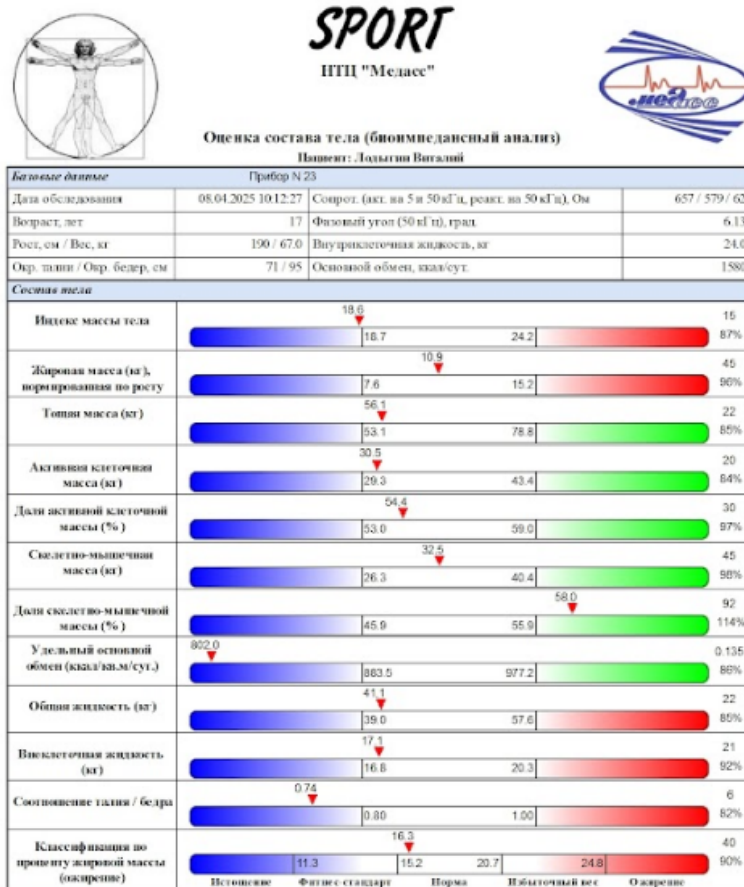


Рис. 4.3.4. Пример результатов биоимпедансного анализа

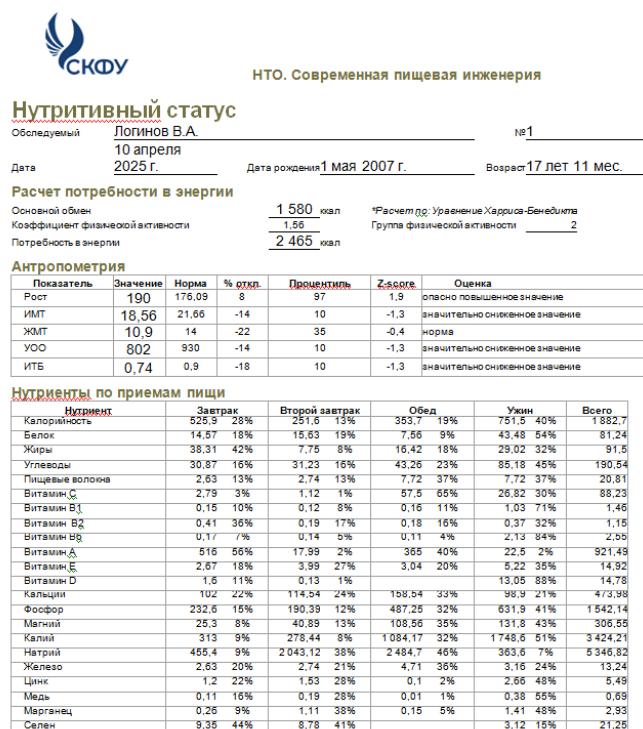


Рис. 4.3.5. Пример правильного выполнения задания в отчете НУТРИТИВНЫЙ СТАТУС

## Значения нутриентов относительно суточных норм

Нутриент	Ед. изм.	Значение	Норма	% ДЗ	% ккал	↓N↑	Примечание
Калорийность	ккал	1 473,1	2 900	51		■ ■	малое
Белок	г	49,9	87	57	13	■ ■	малое
Жиры	г	48,2	97	50	29	■ ■	малое
Углеводы	г	213,1	421	51	57	■ ■	малое
Пищевые волокна	г	15,8	22	72		■ ■ ■	
Витамин С	мг	55,2	90	61		■ ■	малое
Витамин В1	мг	0,8	1,5	39		■ ■	малое
Витамин В2	мг	0,8	1,8	46		■ ■	малое
Витамин В6	мг	0,3	2	14		■ ■	малое
Витамин А	мкг	410,3	1 000	41		■ ■	малое
Витамин Е	мг	13,8	15	92		■ ■ ■	
Витамин D	мкг	0,8	15	4		■	очень малое
Кальций	мг	645,2	1 200	54		■ ■	малое
Фосфор	мг	1 047,4	900	116		■ ■ ■ ■	высокое
Магний	мг	229,8	400	57		■ ■	малое
Калий	мг	1 789,1	3 200	56		■ ■	малое
Натрий	мг	3 909,8	1 300	301		■ ■ ■ ■ ■	очень высокое
Железо	мг	9,3	15	62		■ ■	малое
Цинк	мг	1,5	12	13		■ ■	малое
Медь	мг	0,5	1	47		■ ■	малое
Марганец	мг	1,4	3	47		■ ■	малое
Селен	мкг	17,1	50	34		■ ■	малое

Рис. 4.3.6. Пример правильного выполнения задания в отчете НУТРИТИВНЫЙ СТАТУС

**Задача 2. Рецептура инновационного продукта и состав ланч-бокса (20 баллов)**

Разработать рецептуру инновационного мясного/молочного продукта, которая должна удовлетворять требованиям, изложенным в условии задачи заключительного этапа.

*Подзадача 2.1 (5 баллов). Разработка рецептуры жировой эмульсии/капсулированного продукта*

1. Если в качестве базового продукта выбран мясной рубленый полуфабрикат, то разработку рецептуры необходимо проводить в программе «МультиМит».

Необходимо разработать рецептуру жировой эмульсии, в состав которой должны входить:

- комплексная пищевая добавка, включающая ингредиенты, способные обеспечивать готовой эмульсии термостойкие свойства (сохраняется форма и не плавится при нагреве);
- жирное сырье (жир-сырец, шпик свиной, кожа куриная и др.);
- вода.

В рецептурный состав эмульсии необходимо включить одно из наименований БАВ.

Вид и наименование пищевой добавки для получения термостойкой эмульсии выбирается из перечня пищевых добавок (далее — ПД) для эмульсий

(см. Приложение 1), БАВ выбираются из таблицы «Перечень БАВ Олимпиада НТО 2025» (см. Приложение 2). При разработке рецептурного состава эмульсии необходимо воспользоваться инструкцией (см. Приложение 3).

2. Если в качестве базового продукта выбран молочный продукт, то разработку рецептуры необходимо проводить в программе «МультиМилк».

Необходимо разработать рецептуру компонента в виде микрокапсул, обладающих биологически активными свойствами, поскольку данные компоненты:

- придают продукту свойства, отвечающие современным требованиям к функциональным продуктам,
- способствуют восстановлению сил и энергии, затраченных в течение дня на решение ежедневных задач,
- повышают тонус жизненных сил,
- увеличивают биологическую ценность готового продукта, обладают антиоксидантной активностью (шалфей, эхинацея, микропартикулят сывороточных белков).

В рецептурный состав микрокапсулы необходимо включить одно из наименований БАВ. Вид и наименование пищевой добавки для получения микрокапсул выбирается из таблицы «Перечень БАВ Олимпиада НТО 2025» (см. Приложение 2). При разработке рецептурного состава микрокапсулы необходимо воспользоваться инструкцией (см. Приложение 3).

Запуск программы осуществляется через иконку «МультиМилк Эксперт» на рабочем столе.

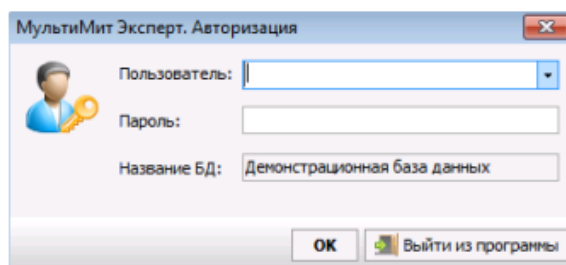


Рис. 1. Авторизация пользователя

Рис. 4.3.7. Запуск ПО «МультиМит»/«МультиМилкЭксперт»

При запуске программы появляется главное окно (рис. 4.3.8), которое условно можно разделить на три зоны: главное меню, рабочий стол с иконками для быстрого доступа к часто используемым функциям и панель задач.

Обращение к справочникам программы выполняется через главное меню программы — **Справочники**.

Справочник «Сырье и материалы» (рис. 4.3.9) является одним из главных и предназначен для хранения рецептурных ингредиентов (сырья, функциональных добавок, специй и т. п.), вспомогательных материалов (оболочка, скрепки, петли и т. п.), видов животных, продукции разделки мяса и др.

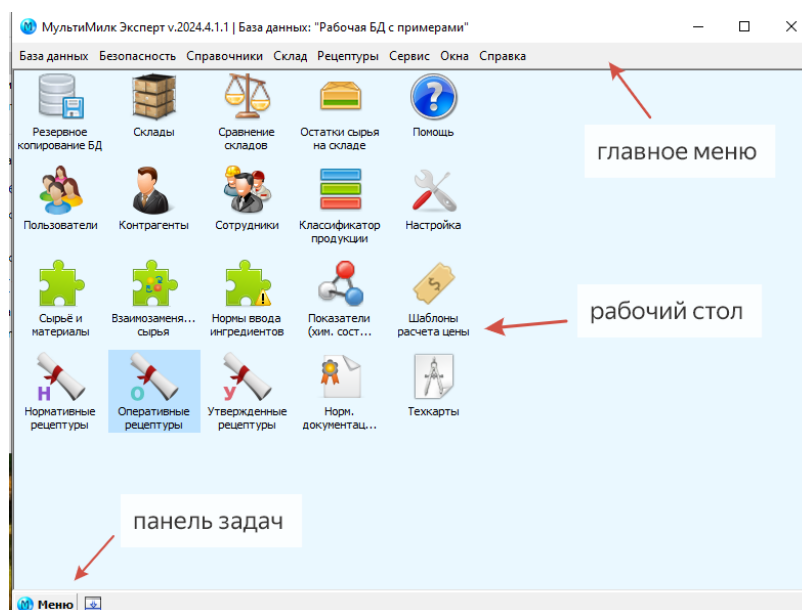


Рис. 4.3.8. Внешний вид стартовой страницы ПО

В левой части окна справочника расположена группа сырья, по центру названия сырья и в правой части — показатели качества сырья. Каждый ингредиент входит в ту или иную группу и имеет перечень показателей качества. Прежде чем использовать в отдельных частях программы, например, в рецептуре, тот или иной ингредиент должен содержаться в данном справочнике.

МультиМилк Эксперт v.2024.4.1.1 | База данных: "Рабочая БД с примерами"

База данных Безопасность Правка Справочники Склад Рецептуры Сервис Окна Справка

Сырьё и материалы

Сырьё и материалы\Молоко сгущенное\Молоко сгущенное обезжиренное

Основные Позиция Прочие Скрыть

Добавить Удалить Копировать Найти Открыть Печать Сохранить Отменить Обновить

Группы	Отм.	Наименование	Влага, %	Белок, %	Жир, %	Углеводы, %	Зола, %	Кислотность, °
Сырьё и материалы		Сырьё						
Добавки и материалы		Молоко обезжиренное	91,85	3	0,05	4,6	0,4	17
Бленды		Молоко 1,5%	89,9	3	1,5	4,8	0,7	17
Продукция		Молоко 2,5%	88,9	3	2,5	4,8	0,7	17
Тара		Молоко 2,6%	88,8	3	2,6	4,8	0,7	17
Оборудование и пр.		Молоко 3,0%	88,5	3	3	4,7	0,7	17
		Молоко 3,2%	88,3	3	3,2	4,7	0,7	17
		Молоко 3,3%	88,2	3	3,3	4,7	0,7	17
		Молоко 3,4%	88,1	3	3,4	4,7	0,7	17
		Молоко 3,5%	88	3	3,5	4,7	0,7	17
		Молоко цельное 3,2%	88,7	3	3,2	4,3	0,7	17
		Молоко цельное 3,8%	87,7	3	3,8	4,7	0,7	17
		Молоко топленое 4,0%	87,5	3	4	4,7	0,7	17
		Молоко топленое 6,0%	85,5	3	6	4,7	0,7	17
		Молоко белковое	87,4	4,3	1	6,4	0,8	20
		Молоко кобылье 1,5%	89,2	2,2	1,5	6,3	0,7	17
		Молоко ацидофильное дрожжевое	81,7	2,8	3,2	10,8	0,7	6,6
		Молоко сгущенное обезжиренное	72	6,8	0,2	19	1,5	17
		Молоко сгущенное 7,8%	73,6	6,4	7,8	10,3	1,5	17

Рис. 4.3.9. Справочник «Сырьё и материалы ПО “МультиМилк Эксперт”»

Отт.	Наименование	Вода, %	Белок, %	Жир, %	Зола, %	У
	Говядина односортовая	71,1	17,8	9,9	1,2	
	Говядина котлетная	71	17,8	10	1,2	
	Говядина колбасная	72	17,3	9,8	0,9	
	Говядина жирная	61,3	13,5	24	1,2	
	Жир говяжий топленый	0,4	0	99,6	0	
	Свинина бекона	68,1	19,4	11,7	0,8	
	Свинина нежирная	67,8	18	13,1	1,1	
	Свинина п/к PSE	50,5	17,5	31,3	0,7	
	Корейка свиная	44,1	13,3	42	0,6	
	Свинина полужирная	50,6	11,8	37	0,6	
	Свинина односортовая	51,3	12	36	0,7	
	Свинина жирная	33,4	7,7	58,3	0,6	
	Щековина	32,4	5,3	61,7	0,6	
	Жир свиной топленый	0,4	0	99,6	0	
	Шпик хребтовый	6,1	1	92,4	0,5	
	Шпик боковой	8,4	1,7	89,4	0,5	
	Грудка свиная	52,4	14,3	33,3		
	Мясо поросат	75,4	20,6	3	1	
	Свинина котлетная	50,5	12,3	36	1,2	

Рис. 1. Справочник сырья

Рис. 4.3.10. Справочник «Сырьё и материалы ПО «МилтиМит Эксперт»

Далее необходимо приступить к работе с рецептурами поликомпонентных инновационных добавок.

### Работа с рецептурами

На строке **Главное меню** следует выбрать **Рецептуры**, далее — **Оперативные рецептуры**, либо на рабочем столе выбрать соответствующую вкладку; открывается окно с архивом оперативных рецептов (рис. 4.3.11).

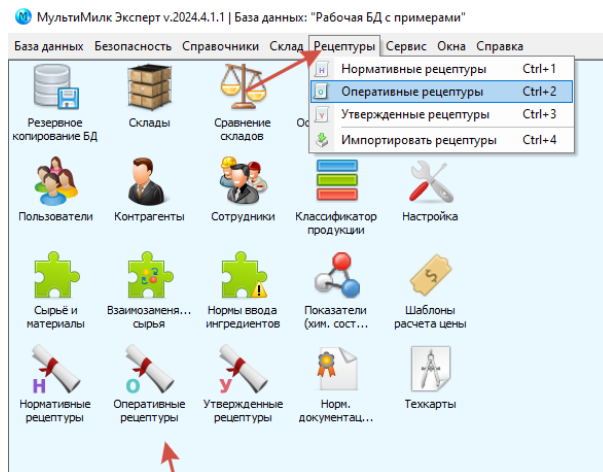


Рис. 4.3.11. Старт работы с рецептурами

### Создание рецептуры микрокапсулы

С левой стороны окна в **Группе продукции** следует выбрать **Олимпиада НТО**, далее — **Микрокапсулы** и перевести курсор мыши в центральную часть окна, после чего нажать левую кнопку мыши в пустом поле.

Для создания новой эмульсии необходимо на панели управления на вкладке **Основные** нажать кнопку **Добавить**. Затем в открывшемся окне выбрать **Бленд** и нажать **ОК**.



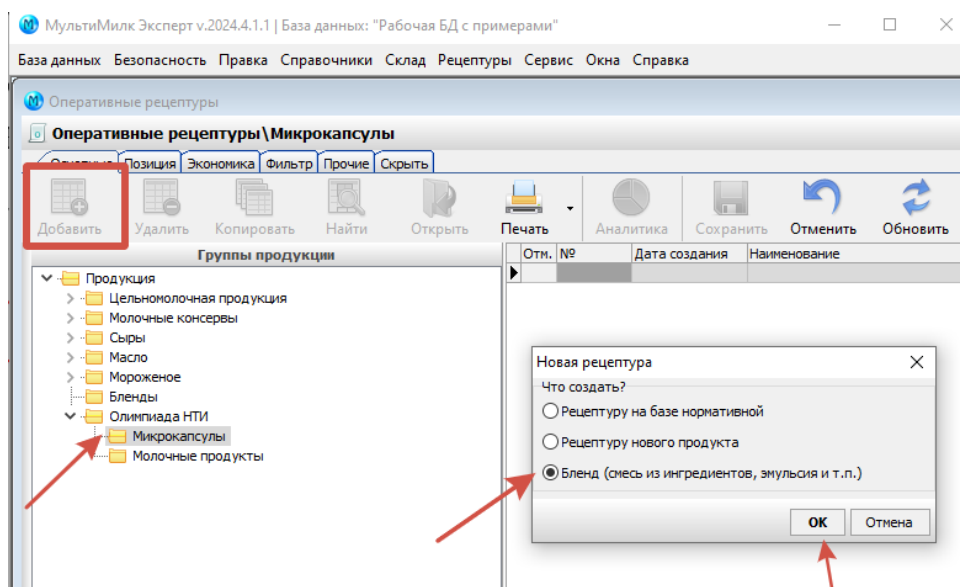


Рис. 4.3.12. Создание стартовой страницы для составления микрокапсулы

Бленд (смесь из ингредиентов и т. п.) создает пустую рецептуру бленда. Используется для создания рецептуры смеси ингредиентов (например, эхинацея, шалфей, вода и т. п.), чтобы в дальнейшем ее можно было включить как ингредиент в другую рецептуру.

Далее для создания пустого (нового) бленда (микрокапсулы) внизу с правой стороны следует нажать **Отмена**.

Выберите базовую рецептуру... [РЕЖИМ ВЫБОРА]

Нормативные рецепты\Молоко\Молоко пастеризованное 1,5%

Оформление: Фильтр Скрыть

Найти Открыть Печать Обновить

Группы продукции	Отм. №	Дата создания	Наименование	Сорт	Нормативный документ	Выход, %	Комментарий
Продукция	1	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
Цельномолочная продукция	2	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+СЦМ 20%)
Молочные консервы	3	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+СЦМ 25%)
Сыры	4	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 20%)
Масло	5	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%)
Мороженое	6	01.07.2023	Молоко пастеризованное 1,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (Сливки 42%+Молоко обезжиренное 20%)
Бленды	7	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
Олимпиада НТИ	8	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СЦМ 20%)
Микрокапсулы	9	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 25%)
Молочные продукты	10	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 20%)
	11	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%)
	12	01.07.2023	Молоко пастеризованное 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%)
	13	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%+Молоко обезжиренное 20%)
	14	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
	15	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%+Молоко обезжиренное 20%)
	16	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СЦМ 25%)
	17	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%)
	18	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,2%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ+Сливки 42%)
	19	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (Сливки 42%+Молоко обезжиренное 20%)
	20	01.07.2023	Молоко пастеризованное 3,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
	21	01.07.2023	Молоко пастеризованное 6%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием молока 3,0% жирности
	22	01.07.2023	Молоко пастеризованное 6%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием молока 3,2% жирности
	23	01.07.2023	Молоко пастеризованное 6%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием молока 3,5% жирности
	24	01.07.2023	Молоко пастеризованное 6%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием молока 4,0% жирности
	25	01.07.2023	Молоко топленое нежирное	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	94,8	Без использования сухих молочных продуктов
	26	01.07.2023	Молоко топленое 1,0%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	94,8	Без использования сухих молочных продуктов
	27	01.07.2023	Молоко топленое 1,0%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	94,8	Без использования сухих молочных продуктов
	28	01.07.2023	Молоко топленое 6,0%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	94,8	Без использования сухих молочных продуктов
	29	01.07.2023	Молоко белковое 1%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
	30	01.07.2023	Молоко белковое 1%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ)
	31	01.07.2023	Молоко белковое 1%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
	32	01.07.2023	Молоко белковое 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	Без использования сухих молочных продуктов
	33	01.07.2023	Молоко белковое 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СЦМ 25%)
	34	01.07.2023	Молоко белковое 2,5%	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	С использованием сухих молочных продуктов (СМ)
	35	01.07.2023	Молоко "Школьное"	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	
	36	01.07.2023	Молоко 1% с кофе	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	
	37	01.07.2023	Молоко 3,2% с кофе	Бессортной	ГОСТ 31450-2013	100	

Рис. 4.3.13. Создание шаблона для рецептуры микрокапсулы

После этого откроется окно для создания новой оперативной рецептуры бленда (микрокапсулы).



Рис. 4.3.14. Стартовое окно для рецептуры микрокапсулы

Создание рецептуры начинается с указания ее ингредиентного состава. Для ввода рецептурных ингредиентов требуется переместить курсор мыши в свободную область таблицы и нажать правую клавишу. В появившемся контекстном меню выбрать **Добавить** → **Сырье** (рис. 4.3.15) в зависимости от того, что требуется добавить.

Для рецептуры микрокапсулы из сырья необходимо выбрать жирное сырье, пищевую добавку (эхинацею, шалфей, КСБ), воду.

Рис. 4.3.15. Выбор ингредиентов для микрокапсулы

После чего появится справочник (рис. 4.3.16), в котором необходимо отметить нужные ингредиенты и нажать кнопку **ОК**. В результате выбранное сырье появится в составе рецептуры.

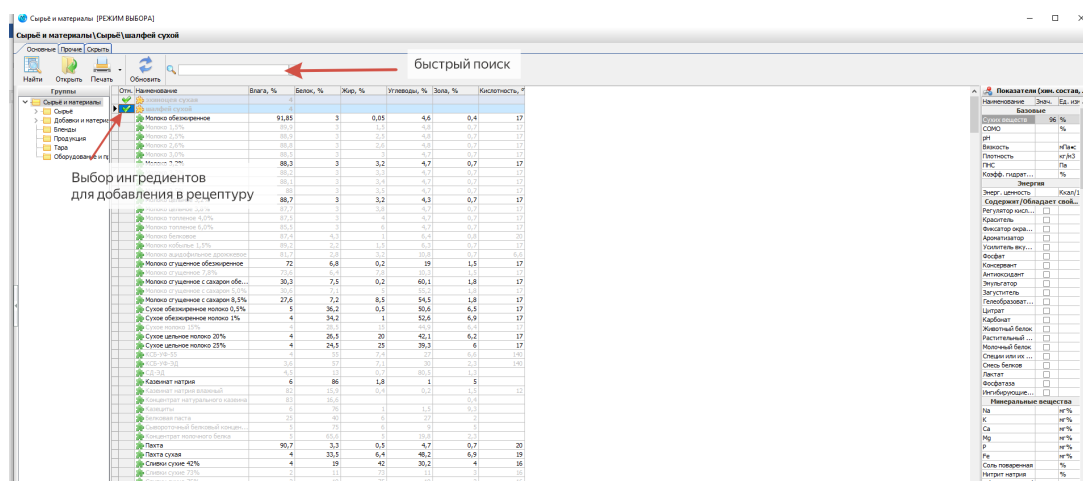


Рис. 4.3.16. Рецепттура микрокапсулы

После добавления ингредиентов рецептуры указывается их количество в колонке **Кол-во, кг**, в зависимости от соотношения компонентов в эмульсии.

После создания рецептуры бленда (эмульсии) вкладка закрывается, предварительно нажав сохранить в появившемся окошке.

### Создание рецептуры эмульсии

С левой стороны окна в **Группе продукции** следует выбрать **Олимпиада НТИ**, далее — **Эмульсии**, перевести курсор мыши в центральную часть окна и нажать левую кнопку мыши в пустом поле.

Для создания новой эмульсии необходимо на панели управления на вкладке **Основные** нажать кнопку **Добавить**. Затем в открывшемся окне выбрать **Бленд** и нажать **ОК**.

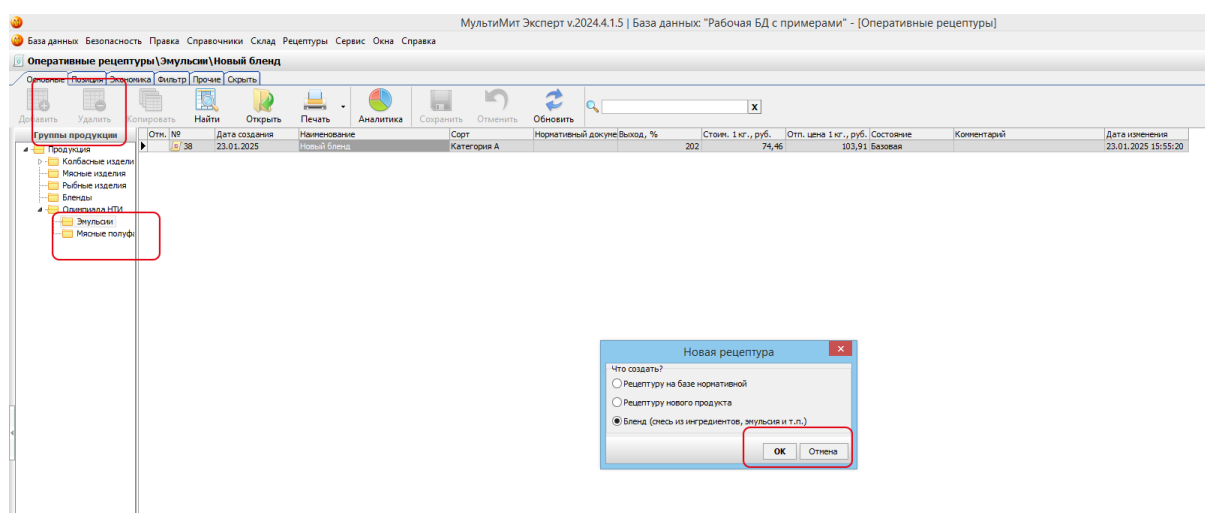


Рис. 4.3.17. Создание стартовой страницы для составления эмульсии

Бленд (смесь из ингредиентов, эмульсия и т.п.) создает пустую рецептуру-бленда. Используется для создания рецептуры смеси ингредиентов, эмульсий (например, эмульсия из свиной шкурки, эмульсии молока, мясные гранулы и т.п.), чтобы в дальнейшем ее можно было включить как ингредиент в другую рецептуру.

Далее для создания пустого (нового) бленда (эмульсии) внизу с правой стороны

нужно нажать **Отмена**.

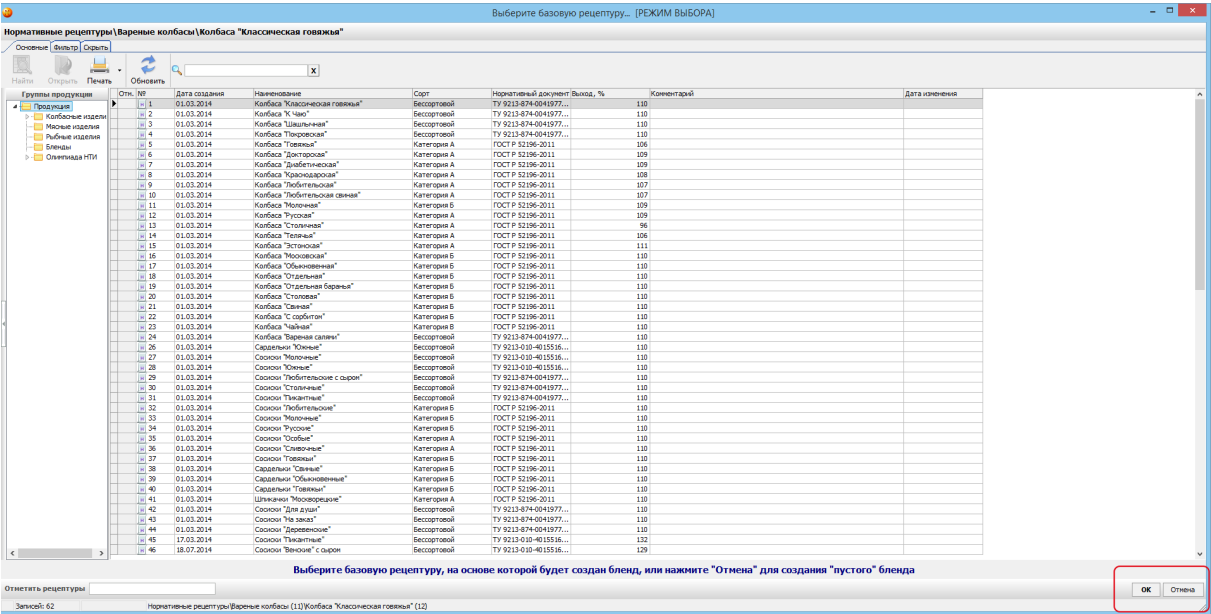


Рис. 4.3.18. Создание шаблона для рецептуры эмульсии

После этого откроется окно для создания новой оперативной рецептуры бленда (эмульсии).

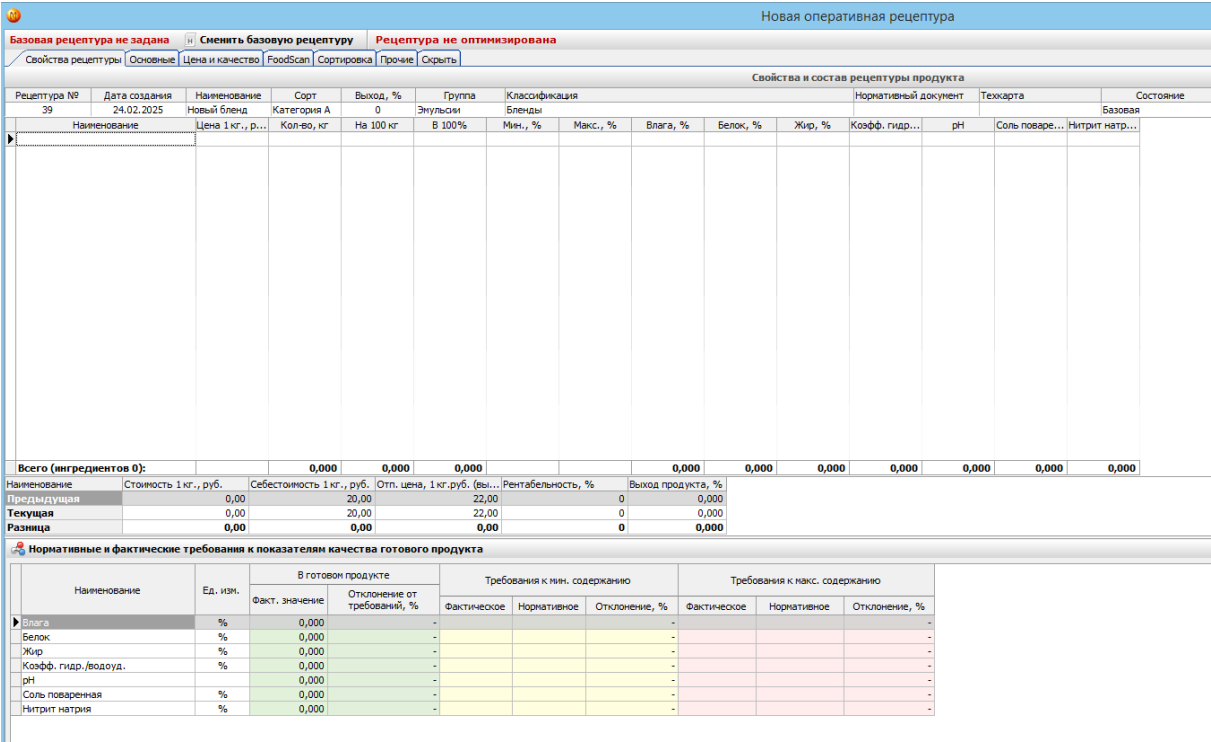


Рис. 4.3.19. Стартовое окно для рецептуры эмульсии

Создание рецептуры начинается с указания ее ингредиентного состава. Для ввода рецептурных ингредиентов требуется переместить курсор мыши в свободную область таблицы и нажать правую клавишу. В появившемся контекстном меню выбрать **Добавить** → **Сырье** (рис. 4.3.20) в зависимости от того, что требуется добавить.

Для рецептуры эмульсии из сырья необходимо выбрать жирное сырье, пищевую добавку (эмульгатор, стабилизатор), воду (лед).

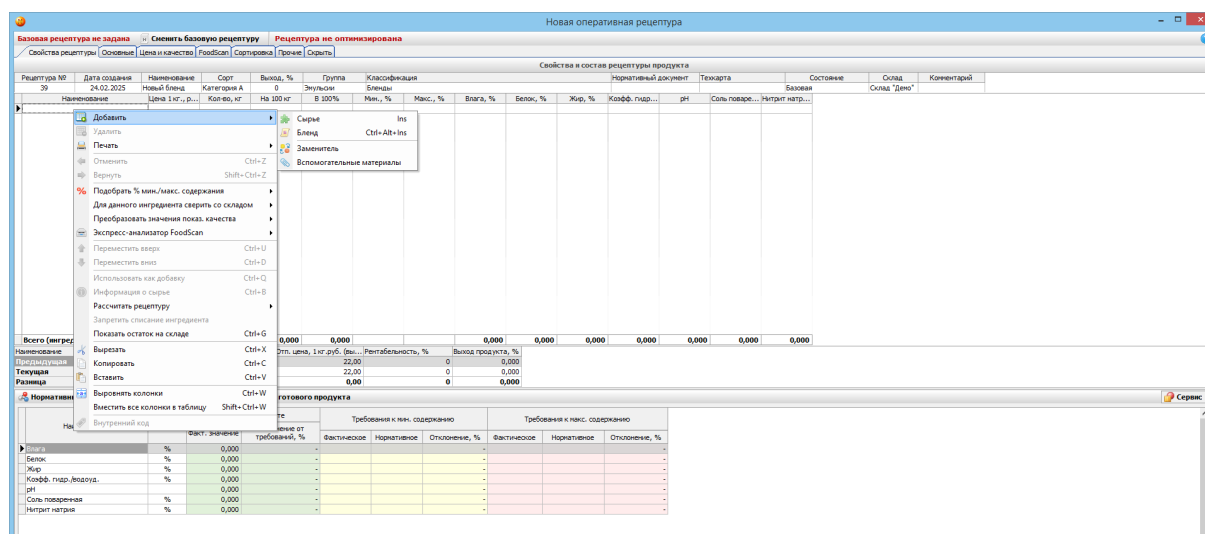


Рис. 4.3.20. Выбор ингредиентов для эмульсии

После чего появится справочник (рис. 4.3.21), в котором необходимо отметить нужные ингредиенты и нажать кнопку **ОК**. В результате выбранное сырье появится в составе рецептуры.

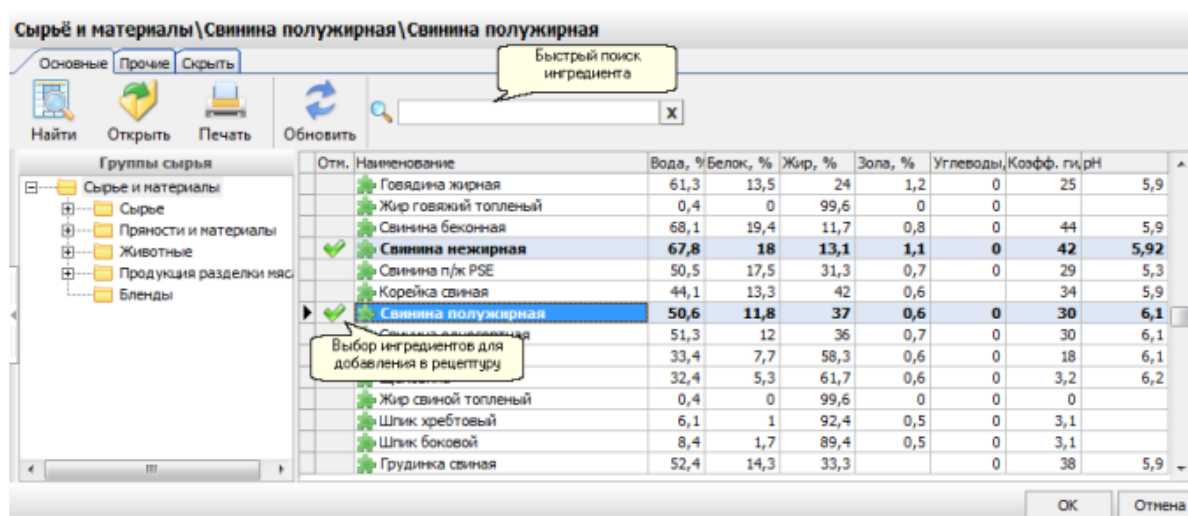


Рис. 4.3.21. Рецептура эмульсии

После добавления ингредиентов рецептуры указывается их количество в колонке **Кол-во, кг** в зависимости от соотношения компонентов в эмульсии, а по завершении создания рецептуры бленда (эмульсии) вкладку нужно закрыть, предварительно сохранив в появившемся окошке.

*Подзадача 2.2 (5 баллов) Разработка рецептуры мясного/молочного продукта*

С левой стороны окна в **Группе продукции** нужно выбрать **Олимпиада НТИ**, далее — **Молочные продукты**, перевести курсор мыши в центральную часть окна и нажать левую кнопку мыши в пустом поле.

Для создания новой рецептуры мясного продукта необходимо на панели управления на вкладке **Основные** нажать кнопку **Добавить**. Затем в открывшемся окне выбрать **Рецептура нового продукта** и нажать **ОК**.

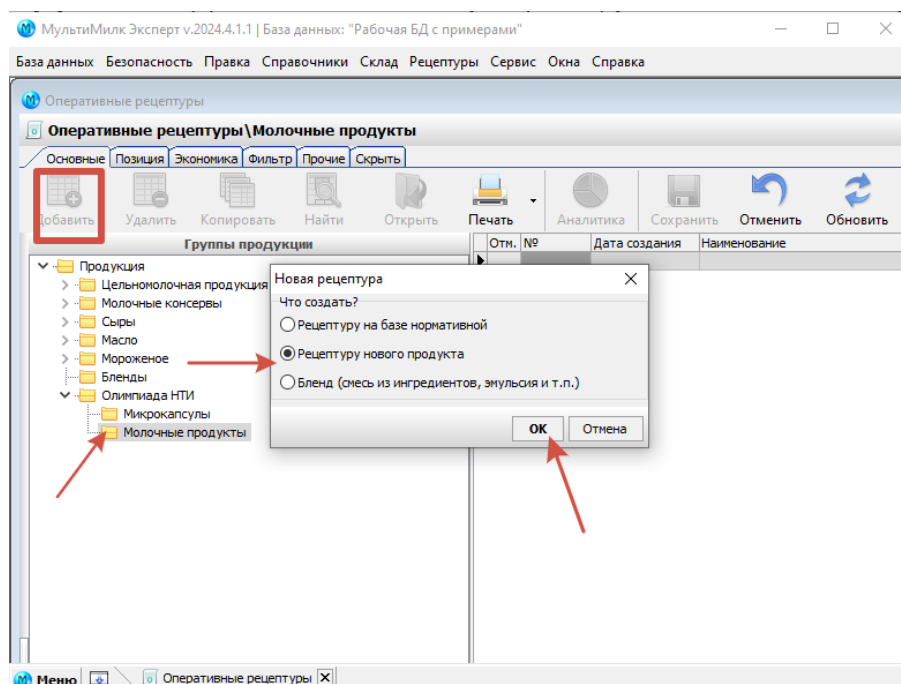


Рис. 4.3.22. Создание документа в ПО для разработки рецептуры мясного/молочного продукта

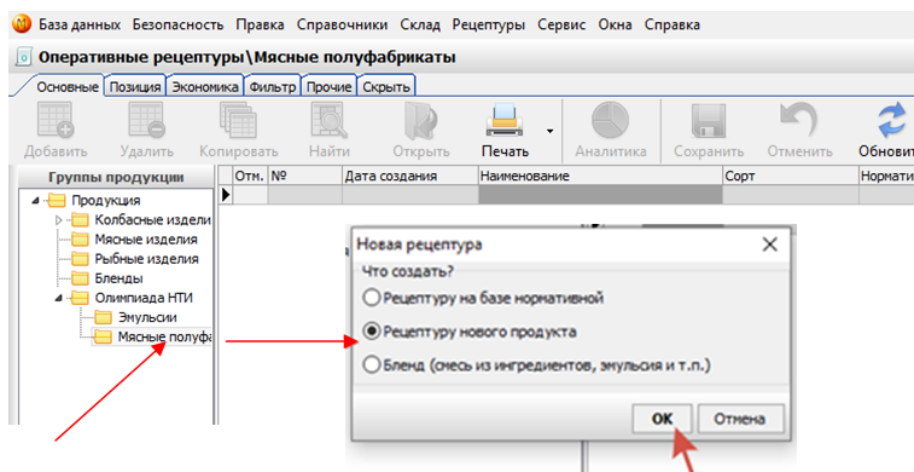


Рис. 4.3.23. Создание документа в ПО для разработки рецептуры мясного/молочного продукта

Далее для создания нового продукта внизу с правой стороны следует нажать **Отмена**.

После этого откроется окно для создания новой оперативной рецептуры продукта.

**Новая оперативная рецептура**

Базовая рецептура не задана ☒ Сменить базовую рецептуру Рецептура не оптимизирована

Свойства рецептуры Основные Цена и качество FoodScan Сертификаты Прочие Оценить

---

Свойства и состав рецептуры продукта

Рецептура №Р	Дата создания	Наименование	Сорт	Волокн., %	Группа	Классификация	Нормативный документ	Техкарта	
48	07.03.2025	Новая operativa...	Бессортный	0	Молочные прод...	Не задана			
		Наименование	Цена 1 кг., руб.	Количество, кг	В Волокн., %	Макс., %	Влага, %	Белок, %	
					Жир, %	Углеводы, %	Сухох веществ...		
<b>Всего (по ингредиентам 0):</b>				<b>0,000</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Наименование	Стоимость 1 кг., руб.	Себестоимость 1 кг., руб.	Стп. цена, 1 кг.руб.	(выкл.) Рентабельность, %	Выход продукта, %				
Предыдущая	0,00	20,00	22,00	0	0,000				
Текущая	0,00	20,00	22,00	0	0,000				
Разница	0,00	0,00	0,00	0	0,000				

**Нормативные и фактические требования к показателям качества готового продукта**

Наименование	Ед. изм.	В готовом продукте		Требования к мин. содержанию			Требования к макс. содержанию		
		Факт. значение	Отклонение от требований, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %
▶ Влага	%	0,000	-			-			-
Белок	%	0,000	-			-			-
Жир	%	0,000	-			-			-
Углеводы	%	0,000	-			-			-
Сухох веществ	%	0,000	-			-			-

Создание рецептуры начинается с указания ее ингредиентного состава. Для ввода рецептурных ингредиентов требуется переместить курсор мыши в свободную область таблицы и нажать правую клавишу. В появившемся контекстном меню выбрать **Добавить** → **Сырье** (рис. 4.3.26) в зависимости от того, что требуется добавить.

Для рецептуры мясного/молочного продукта из сырья необходимо выбрать только то сырье, которое представлено в списке сырья для Олимпиады НТИ. Допускается добавление только одного ингредиента, не входящего в перечень сырья, указанного в перечне, по согласованию с экспертом.

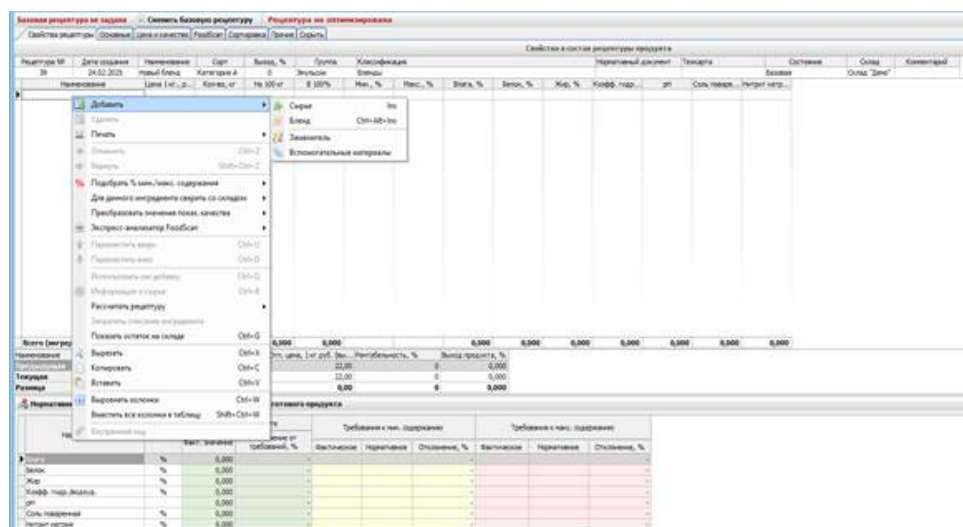


Рис. 4.3.26. Подбор ингредиентов для составления рецептуры

После этого появится справочник, в котором необходимо отметить нужные ингредиенты и нажать кнопку **ОК**. В результате выбранное сырье высветится в составе рецептуры.

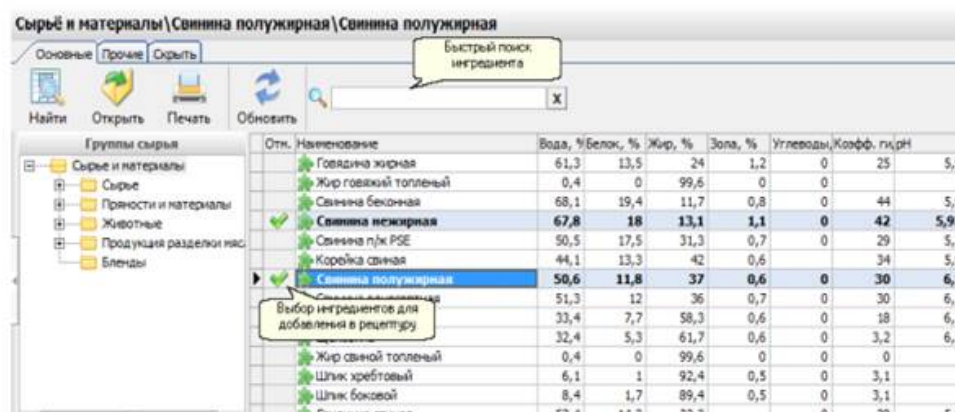


Рис. 4.3.27. Составление базовой рецептуры инновационного продукта

Для выбора разработанной микрокапсулы необходимо переместить курсор мыши в свободную область таблицы и нажать правую клавишу. В появившемся контекстном меню следует выбрать **Добавить** → **Бленд**, далее с левой стороны в **Группе продукции** выбрать **Олимпиада НТИ — Микрокапсулы/Эмульсии** и два раза кликнуть мышью на рецептуру эмульсии.



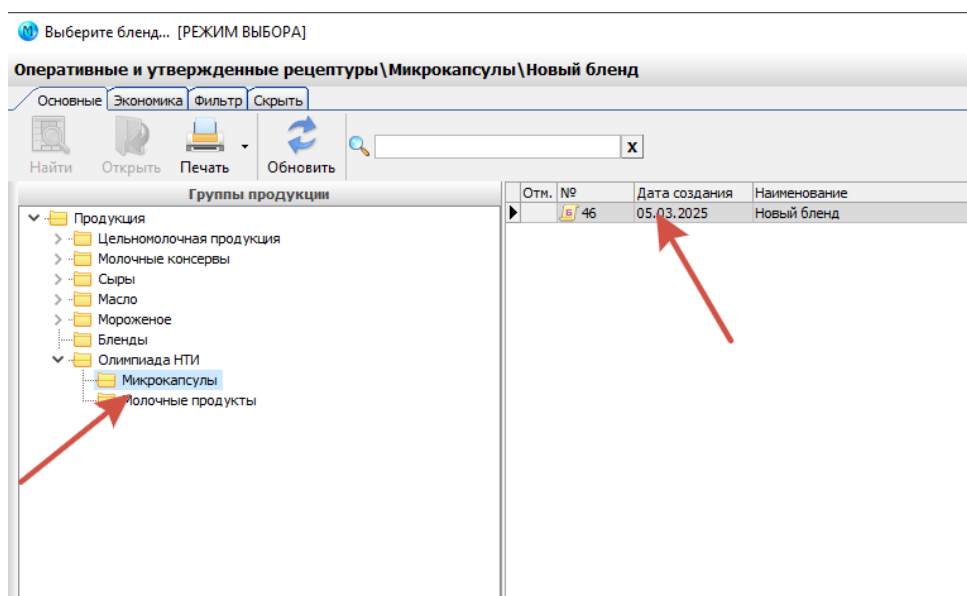


Рис. 4.3.28. Добавление в базовую рецептуру молочного/мясного продукта микрокапсулы/эмульсии

После добавления ингредиентов рецептуры нужно указать их количество в колонке **Кол-во, кг.**

В зависимости от ингредиентного состава и их количества программа автоматически рассчитывает показатели качества готового продукта: количество влаги, белка, жира.

Можно оптимизировать рецептуру

Базовая рецептура: "Крем творожный 5%" №150 от 01.07.2025. Выход: 100 %

Свойства рецептуры: Основные Цены и скидки FoodCost Сортировка Показ Скрыть

Свойства и состав рецептуры продукта

Рецептура №	Дата создания	Наименование	Сорт	Выход, %	Группа	Классификация	Нормативный документ	Техкарта	Состав	Выход
150	01.07.2025	Крем творожный 5%	100%	100%	Творожные кремы	Творожные кремы				
Ингредиенты										
		Крем творожный (80% влаги)	220,0	379,40	35,81		80,000	21,300	0,300	2,022
		Сметана 20%	319,0	232,40	24,31		72,800	2,800	20,000	4,022
		Скоро-пек	60,0	171,90	16,69		0,000			99,533
		Ваниль (порошок)	0,0	30,00	2,41					99,900
Пищевые добавки и вода:										
		Крем-творожный	200,0	0,000	0,010		2,000			25,000
		Крем-творожный	0,000	0,000	0,000		1,000			25,000
Итого (эксплуатация G):										
			1 030,000	100,000		62,540	8,623	5,070	14,112	34,547
Наименование										
		Стоимость 1 кг., руб.	220,00	232,40	220,00	220,00	5	200,000		
		Себестоимость 1 кг., руб.	220,00	232,40	220,00	220,00	5	200,000		
		Разница	-5,59	-5,59	-5,59	-5,59	0	0,000		
Требования к качеству готового продукта										
В готовом продукте										
		Белок, %	62,540							
		Жиры, %	8,623							
		Углеводы, %	20,000							
		Сухое вещество, %	21,917							
		Влага, влажность	100,000							
Требования к качеству сырья										
		Белок, %	8,623							
		Жиры, %	20,000							
		Углеводы, %	21,917							
		Сухое вещество, %	100,000							

Рис. 4.3.29. Показатели готового молочного/мясного продукта

После создания рецептуры продукта вкладку следует закрыть, предварительно сохранив в появившемся окошке.



### Перенос рецептуры в программу «НутриМон»

Составленную в программе «МультиМит» и «МультиМилк» рецептуру для дальнейшей оценки нутриентного состава и включения в состав ланч-бокса необходимо внести в программу «НутриМон». Для этого в программе «НутриМон» в справочнике **Продукты** следует выполнить следующие действия:

1. В группе (внутри папки) **Микрокапсулирование** скорректировать пищевую ценность микрокапсул или жировых эмульсий (в зависимости от того, что именно команда использовала для создания продукта).

Для этого нужно использовать существующие в папке продукты «Микрокапсулы из альгината натрия (с инкапсулированными БАВ)» или «Жировая эмульсия (с инкапсулированными БАВ)», для которых на вкладке **Нутриенты** следует заполнить только нутриентный состав (белки, жиры, углеводы). Нутриентный состав можно взять из программы «МультиМит» или «МультиМилк».

Если в качестве БАВ при составлении жировой эмульсии использованы жирорастворимые витамины, то сначала на вкладке **Рецептура** нужно добавить «Наноэмульсию жирорастворимых витаминов» и указать ее точное количество (нетто, г), а после этого скорректировать на вкладке **Нутриенты** количество белков и жиров, убрав флажок Н/Д, в соответствии с данными из программы «МультиМит».

2. В группе (внутри папки) **Инновации НТО** создать новый пищевой продукт, рецептуру которого разработала команда, заполнив его наименование. На вкладке **Рецептура** у данного пищевого продукта следует проверить, что флажки «Автоматический расчет веса блюда при вводе сведений о составе продукта» и «Автоматический расчет нутриентного состава блюда при вводе исходных данных» включены (флажки обозначены буквой А).
3. В поле «Вид кулинарной обработки» («Вид к/о») нужно выбрать наиболее подходящий к технологии продукта вид основной кулинарной обработки. На этой же вкладке следует заполнить в левой таблице рецептуру продукта, выбирая наименования продуктов (ингредиентов) и их массу нетто. На вкладке **Нутриенты** необходимо скорректировать только количество белков и жиров в соответствии со значениями, полученными в программах «МультиМит» и «МультиМилк».

Для обеспечения качественных и органолептических показателей готового изделия допускается корректировка соотношения компонентов рецептуры в ходе лабораторной выработки прототипа продукта. Изменение состава продукта, то есть входящих в рецептуру ингредиентов, в процессе лабораторной выработки и после недопустимо.

Все внесенные в ходе лабораторной выработки изменения должны быть зафиксированы в протоколе изменений в период нахождения в лаборатории. По окончании лабораторной выработки протокол сдается эксперту, находящемуся на площадке. Дальнейшее изменение рецептуры не допускается. Изменения, зафиксированные в протоколе, должны быть учтены в программе «НутриМон» и найти отражение во всех отчетных документах.

Подзадача 2.3 (10 баллов)

Подобрать персонализированный состав ланч-бокса для второго завтрака. Предложенная рецептура должна удовлетворять требованиям, изложенным в условии задачи заключительного этапа.

Ход решения (подзадачи)

В программе «НутриМон» в справочнике **Продукты** в группе (внутри папки) **Инновации НТО** нужно открыть элемент с наименованием «Ланч-бокс». На вкладке **Рецептура** проверить, что флажки «Автоматический расчет веса блюда при вводе сведений о составе продукта» и «Автоматический расчет нутриентного состава блюда при вводе исходных данных» включены (флажки обозначены буквой **A**).

На этой же вкладке заполнить в левой таблице состав ланч-бокса, выбирая наименования продуктов и их массу нетто. Для сохранения внесенных изменений следует нажать кнопку **Записать**.

Для проведения анализа на соответствие нутриентного состава набора блюд в ланч-боксе потребностям организма Клиента необходимо создать отдельный документ «Дневник питания». Дата этого документа должна отличаться (быть более поздней) от даты предыдущего документа «Дневник питания», в котором отражен среднестатистический рацион питания Клиента. Затем следует добавить в него ланч-бокс, составленный командой, и указать его массу нетто в граммах.

Пример выполнения задания для продукта «котлеты» приведен на рис. 4.3.30–4.3.32.

Редактирование оперативной рецептуры №40 (жировая эмульсия). Код (-640)

Базовая рецептура не заданаСменить базовую рецептуруРецептура не оптимизирована

Свойства рецептурыОсновныеЦена и качествоFoodScanСортировкаПрочиеСкрыть

Свойства и состав рецептуры продукта

Рецептура №	Дата создания	Наименование	Сорт	Выход, %	Группа	Классификация	Нормативный документ	Техкарта	Состояние	Склад	Комментарий				
40	08.04.2025	жировая эмуль...	Категория A	309,598	Эмульсии	Бленды			Базовая	Склад "Дено"					
		Наименование	Цена 1 кг., р...	Кол-во, кг	На 100 кг	В 100%	Мин., %	Макс., %	Влага, %	Белок, %	Жир, %	Коэфф. гидр...	pH	Соль поваре...	Нитрит натр...
Сырьё:															
		Жир-сырец говяжий	76,36	30,6	94,7	30,6			0,300		99,700		7,000		
		экстракт шалфия		1,7	5,3	1,7							7,000		
Пищевые добавки и специи:															
		Лед/Вода		64,5	199,7	64,5		100,000	100,000			0,000	6,800		
		на 10% (на основе альгината...		3,200	5,907	3,200			10,000	0,100	0,300	1 000,000	7,000		
Всего (ингредиентов 4):															
				100,000	309,598	100,000			64,912	0,003	30,518	-32,500	6,861	0,000	0,000
НаименованиеСтоимость 1 кг., руб.Себестоимость 1 кг., руб.Отп. цена, 1 кг.руб. (вы...Рентабельность, %Выход продукта, %															
Предшествующая		23,37	43,37	47,71	0	309,598									
Текущая		23,37	43,37	47,71	0	309,598									
Разница		0,00	0,00	0,00	0	0,000									

Нормативные и фактические требования к показателям качества готового продукта

Наименование	Ед. изм.	В готовом продукте		Требования к мин. содержанию			Требования к макс. содержанию			
		Факт. значение	Отклонение от требований, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %	
Влага	%	64,912	-							
Белок	%	0,003	-							
Жир	%	30,518	-							
Коэфф. гидр./влагоуд.	%	-32,500	-							
pH	%	6,861	-							
Соль поваренная	%	0,000	-							
Нитрит натрия	%	0,000	-							

Рис. 4.3.30. Рецептура жировой эмульсии или микрокапсул (в программе «МультиМит» или «МультиМилк»)

Редактирование оперативной рецептуры №41 (Мясной полуфабрикат). Код: (-642)

Базовая рецептура не задана

Свойства рецептуры | Основные | Цена и качество | FoodScan | Сортировка | Прочие | Скрыть

Свойства и состав рецептуры продукта

Рецептура №	Дата создания	Наименование	Сорт	Выход, %	Группа	Классификация	Нормативный документ				Техкарта	Состояние	Склад	Комментарий	
41	08.04.2025	Мясной полуфа...	Категория А	104,275	Мясные полуфа...	Не задана						Базовая	Склада	Дено*	
		Наименование	Цена 1 кг., руб.	Кол-во, кг	На 100 кг	В 100%	Мяс., %	Макс., %	Влага, %	Белок, %	Жир, %	Коэфф. гидр...	pH	Соль поваре...	Нитрит натр...
Сырье:															
Ж	Жировая эмульсия	24,27	25,0	26,1	25,0				64,465	0,003	31,692	-32,274		6,862	
Ж	Говядина 1 сорта	375,00	25,0	26,1	25,0				73,200	18,200	7,400	47,000		5,800	
Ж	Хлеб пшеничный	60,00	9,9	10,3	9,9				36,200	10,700	4,500	10,000		6,000	
Ж	Мясо кролика	430,00	34,0	35,5	34,0				66,700	21,100	11,000	33,000		6,000	
Ж	Яйца	190,00	2,0	2,1	2,0				74,100	12,700	11,500			7,600	
Пищевые добавки и специи:															
Ж	Перец черный	150,00	0,100	0,104	0,100									7,000	
Ж	Лук репчатый	35,00	3,000	3,128	3,000				84,000	1,500	0,300			6,000	
Ж	Соль поваренная	30,00	1,000	1,043	1,000				0,000	0,000	0,000	0,000		7,000	100,000
Всего (нормативов 6):															
			100,000	104,275	100,000				64,680	13,083	14,197	15,892	6,045	1,000	0,000
Наименование															
Предшлющая		258,42	278,42	306,26					0					104,231	
Текущая		257,26	277,26	304,99					0					104,275	
Разница		-1,16	-1,16	-1,27					0					0,044	

Нормативные и фактические требования к показателям качества готового продукта

Наименование	Ед. изм.	В готовом продукте		Требования к мин. содержанию			Требования к макс. содержанию		
		Факт. значение	Отклонение от требований, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %	Фактическое	Нормативное	Отклонение, %
Белок	%	64,680	-	-	-	-	-	-	-
Белок	%	13,083	-	-	-	-	-	-	-
Жир	%	14,198	-	-	-	-	-	-	-
Коэфф. водосодержания фарша	%	15,892	-	-	-	-	-	-	-
pH фарша	%	6,045	-	-	-	-	-	-	-
Соль поваренная	%	1,000	-	-	-	-	-	-	-
Нитрит натрия	%	0,000	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 4.3.31. Рецепт продукта (в программе «МультиМит» или «МультиМилк»)

Мониторинг физического развития и нутритивного статуса ребенка 1.0 (©Продукты)

Ланч-бокс (Продукт)

Заполнить и закрыть

Записать

Действия

Перейти

Печать

Наименование: Ланч-бокс

Общие сведения

Нутриенты (26)

Реквизиты (3)

Изображения

Синонимы

Ссылки/базы

Вес б-ока, г

284

Σ

А

✓

Вид

к

% от

0,00

Σ

Нутриенты

А

✓

Продукт	Нутриент	На б-ока	На 100 г	Без потерь
Мясное, отварное	Калорийность, ккал	305,3555	107,5199	107,5199
Пудинг заливный или шоколадный или Тирамису	Белок, г	18,9555	6,5780	6,5780
Котлеты из говядины и кролика (Альбуны)	Жир, г	9,4024	3,3107	3,3107
	Углеводы, г	37,8994	13,3449	13,3449
	Пищевые волокна, г	3,3259	1,1711	1,1711
	Алкоголь, г			
	Витамин С, мг	1,3626	0,4798	0,4798
	Витамин В1, мг	0,1435	0,0505	0,0505
	Витамин В2, мг	0,2260	0,0796	0,0796
	Витамин В6, мг	0,1708	0,0601	0,0601
	Витамин А, мг	21,8363	7,6885	7,6885
	Витамин Е, мг	4,8386	1,7837	1,7837
	Витамин D, мг	0,1917	0,0676	0,0676
	Кальций, мг	139,0171	48,9497	48,9497
	Фосфор, мг	231,0686	81,3622	81,3622
	Магний, мг	49,6216	17,4724	17,4724
	Калий, мг	337,9366	118,9918	118,9918
	Натрий, мг	2,479,6898	873,1302	873,1302
	Железо, мг	3,3282	1,1719	1,1719
	Цинк, мг	1,8639	0,6528	0,6528
	Медь, мг	0,2351	0,0828	0,0828
	Марганец, мг	1,3440	0,4732	0,4732
	Селен, мг	10,6556	3,7520	3,7520
	Липидов, г			
	Липидов, г			
		284,00		

Продукты

Белково-жировая эмульсия (с инкапсулированием БАВ) (Продукт)

Ланч-бокс (Продукт)

Инновации НПО (Продукт) \* \*

Котлеты из говядины и кролика (Альбуны) (Продукт)

Диетические питания

Питание (диетическое)

Питание В.А. 09.04.25, №2

Нутритивный статус

Рис. 4.3.32. Состав ланч-бокса в справочнике **Продукты** программы «НутриМон»

В представленном примере рецептуры пищевого продукта за счет комбинирования сырья животного и растительного происхождения обеспечена требуемая для Клиента сбалансированность основных нутриентов, в том числе высокое содержание белков, а также жиры, микро- и макроэлементы, витамины и пищевые волокна, необходимые Клиенту для сбалансированного полноценного перекуса.

**Задача 3. Технология производства продукта**

К решению данной задачи команда приступает после того, как разработана рецептура продукта (задача № 2). Проведя анализ базовой (стандартной) технологической схемы и технологических операций производства продукта, выбранного в качестве аналога, участниками принимается решение о необходимости внесения

изменений в технологию в соответствии с разработанным инновационным продуктом.

Согласно рассчитанной и принятой рецептуры инновационного продукта, технолог заполняет технологическую карту. При этом для возможности реализации прототипа продукта необходимо провести перерасчет расхода компонентов рецептуры на единицу массы или объема продукта для выработки его в лабораторных условиях.

Расход компонентов рассчитывается согласно составленной рецептуры. Он определяется в зависимости от вида продукта (изделия) и применяемого оборудования (минимальной и максимальной загрузки). Например, для изготовления котлетного фарша могут применяться смесители определенной вместимости (1,0–2,0 кг фарша). В этом случае для изготовления котлет расход можно рассчитывать, например, для изготовления 1 кг фарша.

При установлении режимов проведения технологических операций (графа 5) задаются следующие параметры:

- температура,
- продолжительность,
- размеры,
- форма продукта.

В графе 6 необходимо адаптировать разработанную технологию под лабораторные условия выработки прототипа. Для этого нужно указать необходимое для проведения технологической операции лабораторное оборудование и инвентарь. Например, для мойки сырья требуются емкости, для измельчения — мясорубка. В производственных условиях для формования котлет применяют различные формователи (котлетные автоматы). В лабораторных условиях, в случае отсутствия автоматов, применяется ручное формование.

Так, технологическую карту изготовления продукта по рецептуре задачи № 2, можно представить следующим образом (см. таблицу 4.3.7).

Таблица 4.3.7. Технологическая карта (организация и проведение технологических операций по производству инновационного продукта)

№	Наименование технологической операции	Краткое описание назначения операции и ее проведения	Расход компонентов на 1 кг продукта, г	Режимы и параметры проведения операции (при их наличии)	Лабораторное оборудование (инвентарь) для проведения операции
Подготовительные операции					
1	Мойка и зачистка	Помыть тушу и зачистить от ненужных частей	—	Температура воды 15–18 °С	Раковина с проточной водой
2	Разделка туши	Разделить мясные полутуши на части	—	—	Раковина с проточной водой, ножи и разделочная доска
3	Обвалка и жиловка	Отделить основное мясо от костей, кожи и соединительной ткани	—	—	Разделочная доска, ножи и миски

№	Наименование технологической операции	Краткое описание назначения операции и ее проведения	Расход компонентов на 1 кг продукта, г	Режимы и параметры проведения операции (при их наличии)	Лабораторное оборудование (инвентарь) для проведения операции
Основные операции					
1	Взвешивание мяса	Отмерить нужное количество мяса	600	—	Весы
2	Измельчение мяса	Измельчить нужное количество мяса	—	—	Мясорубка и миска
3	Взвешивание хлеба	Отмерить нужное количество хлеба	99	—	Весы
4	Взвешивание яиц	Отмерить нужное количество яиц	20	—	Весы
5	Взвешивание лука репчатого	Отмерить нужное количество лука репчатого	30	—	Весы
6	Взвешивание черного перца	Отмерить нужное количество черного перца	1	—	Весы
7	Взвешивание соли	Отмерить нужное количество соли	10	—	Весы
8	Взвешивание жировой эмульсии	Отмерить нужное количество жировой эмульсии	250	—	Весы
9	Подготовка жировой эмульсии	Подготовить эмульсию к дальнейшему добавлению	—	—	Если эмульсия твердая — блендер, если мягкая, то без обработки
10	Смешивание всех продуктов	Смешать все компоненты	—	—	Миски
11	Готовка в пароконвектомате	Выполнить термическую обработку всех ингредиентов до готовности	—	Температура запекания: 1 раз — 20–22 мин при 100 °С; 2 раза — жар + пар 5 мин при 180 °С	Сковорода и плита

#### **Задача 4. Разработка машинно-аппаратурной схемы и ее описания**

##### **Подзадача 4.1**

Машинно-аппаратурная схема наглядно показывает последовательность расположения технологического оборудования по направлению движения перерабатываемого пищевого продукта. Оно изображается либо условно-графическими упрощенными изображениями, либо, что удобнее, фотографиями.

Для выполнения машинно-аппаратурной схемы рекомендуется использовать он-

лайн-сервис <https://app.diagrams.net>. Регистрация, введение логинов, паролей и другой персональной информации, а также установка какого-либо программного обеспечения не требуется.

Программа запросит место сохранения диаграммы. Поскольку диаграмма еще не создана, то можно нажать кнопку **выбрать позже**.

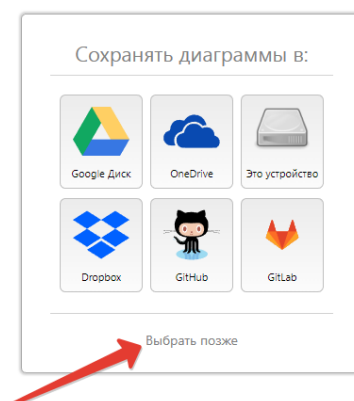


Рис. 4.3.33

Внешний вид окна онлайн-ресурса <https://app.diagrams.net> показан на рисунке 4.3.34.

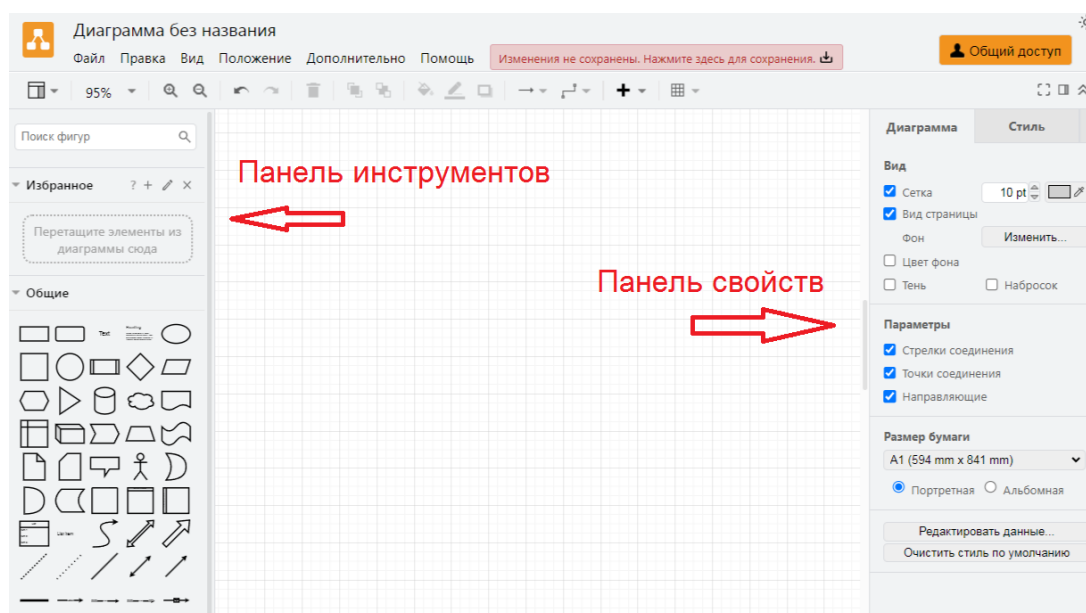


Рис. 4.3.34

При построении машинно-аппаратурной схемы используется инструмент «прямоугольник». Для создания прямоугольника необходимо его «перетащить» мышкой из панели в левой части экрана.

Для удобства работы вместо прямоугольников можно использовать вертикальные контейнеры с уже готовым местом для текста.

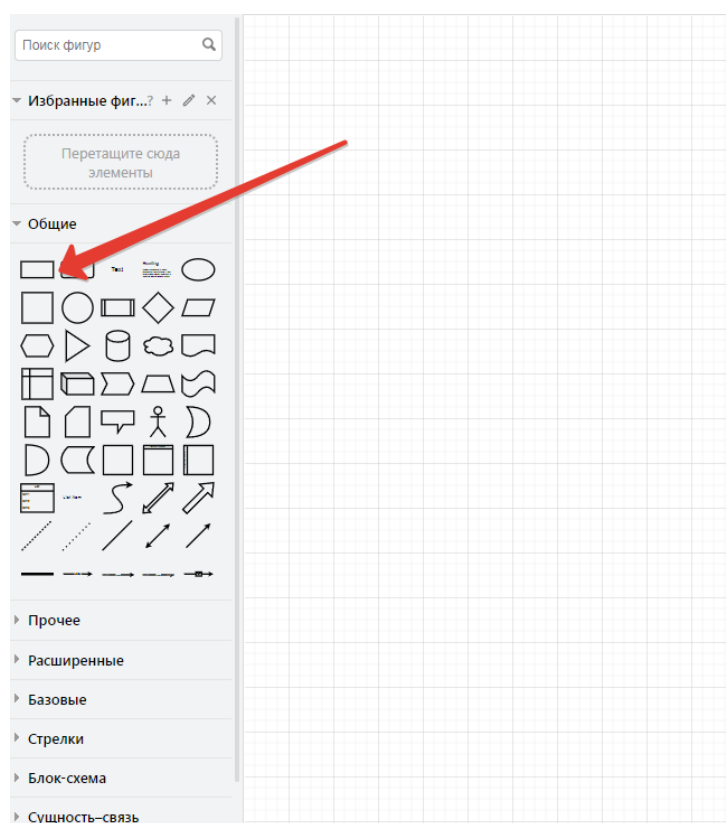


Рис. 4.3.35

Каждой единице технологического оборудования необходимо присвоить порядковый номер, начиная с единицы. Порядок нумерации должен совпадать с направлением перемещения сырья в ходе технологического процесса.

Внутри каждого прямоугольника (или вертикального контейнера) пишется порядковый номер технологического оборудования, его наименование и прикрепляется его фотография (или схематическое изображение). Текст в прямоугольнике выравнивается по верхней границе (рис. 4.3.36).

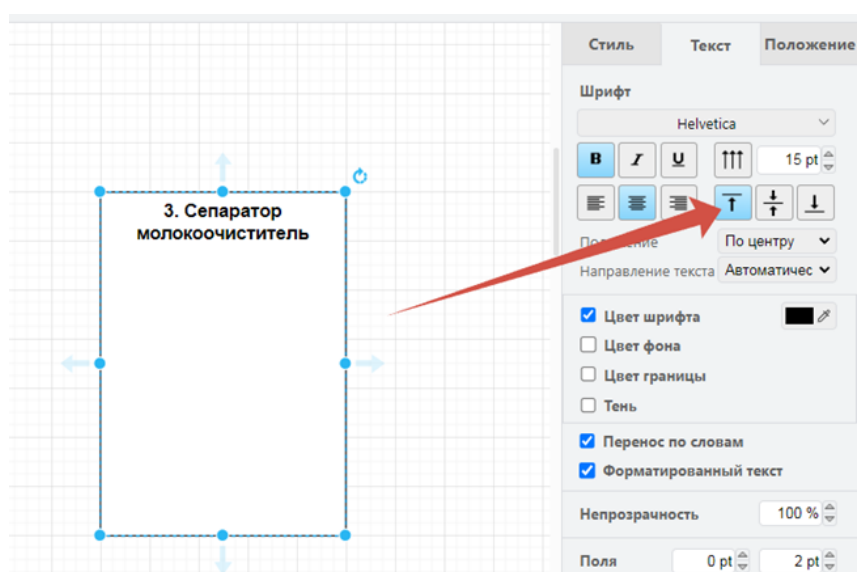


Рис. 4.3.36

Примеры обозначения технологического оборудования в машинно-аппаратурной схеме приведены на рис. 4.3.37–4.3.38.



Рис. 4.3.37. Вариант 1 — использование инструмента **прямоугольник**



Рис. 4.3.38. Вариант 2 — использование инструмента **вертикальный контейнер**

При выполнении данного задания можно воспользоваться базой технологического оборудования, содержащей в себе наименование оборудования и его фотографию (см. Приложение 8). В случае отсутствия необходимого оборудования в базе можно использовать ресурсы сети интернет, либо воспользоваться рекомендованными литературными материалами.

Если последовательность технологического оборудования в машинно-аппаратурной схеме получается довольно протяженной, для удобства работы с документом можно располагать оборудование в несколько уровней.

На машинно-аппаратурной схеме необходимо указать вспомогательное оборудование и оснастку для перемещения и(или) перекачивания продукта (насосы, тележки, конвейеры). Вспомогательное оборудование можно располагать в прямоугольниках меньшего размера.



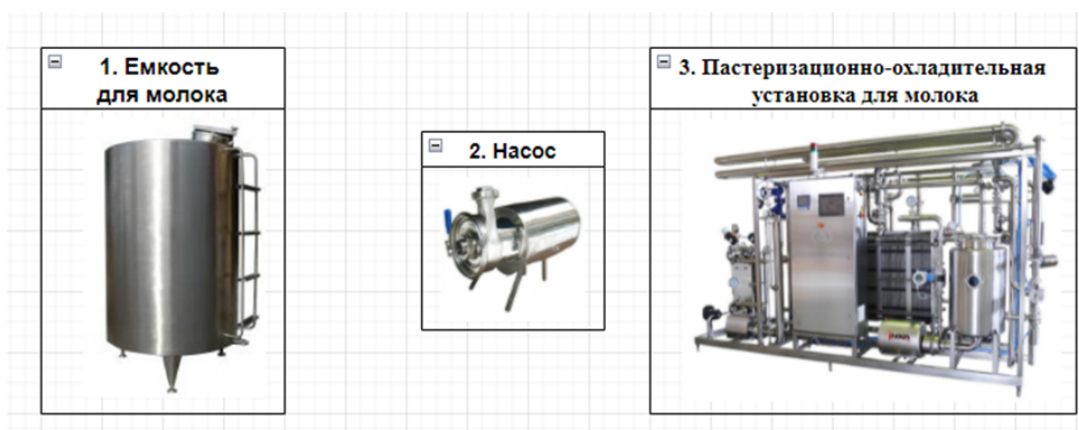


Рис. 4.3.39. Пример указания вспомогательного оборудования

Между оборудованием в машинно-аппаратурной схеме приводится обозначение направлений и наименований технологических потоков.

При определении наименований технологических потоков необходимо отразить те изменения, которые претерпел продукт на предшествующих стадиях технологического процесса.

Пример обозначения технологических потоков между оборудованием на машинно-аппаратурной схеме приведен на рис. 4.3.40.

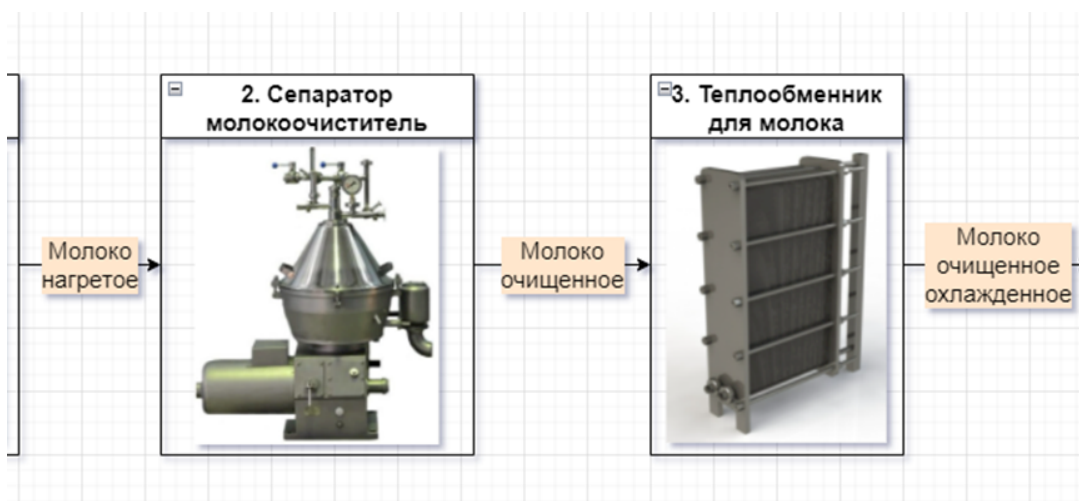


Рис. 4.3.40. Пример обозначения технологических потоков между оборудованием на машинно-аппаратурной схеме

На машинно-аппаратурной схеме также необходимо указать технологические потоки вспомогательного сырья и выходящих побочных продуктов производства (см. рис. 4.3.41).

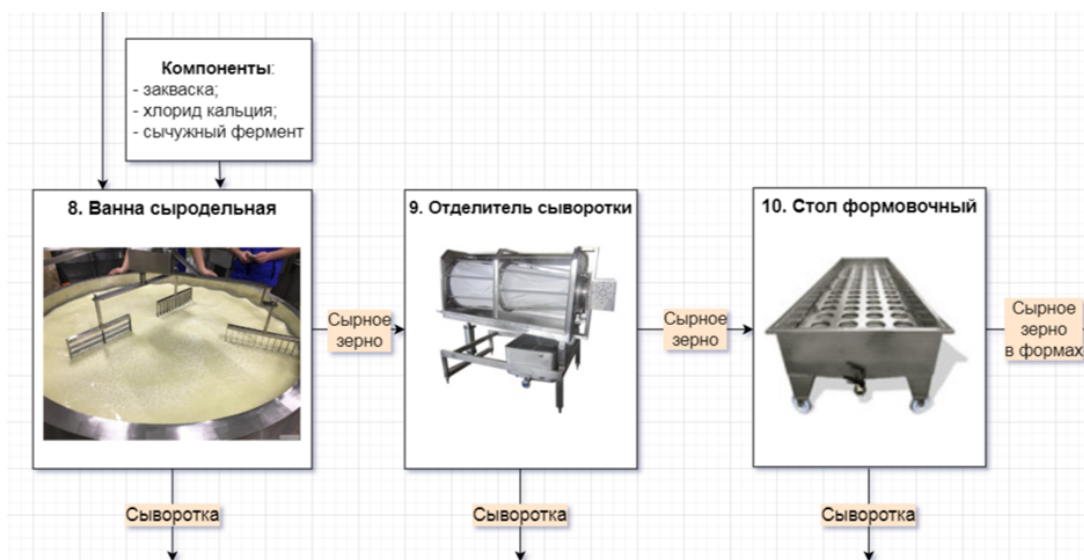


Рис. 4.3.41. Технологические потоки вспомогательного сырья и выходящих побочных продуктов производства

По завершению работы над схемой диаграмма сохраняется в формате редактируемого растрового изображения (.png).

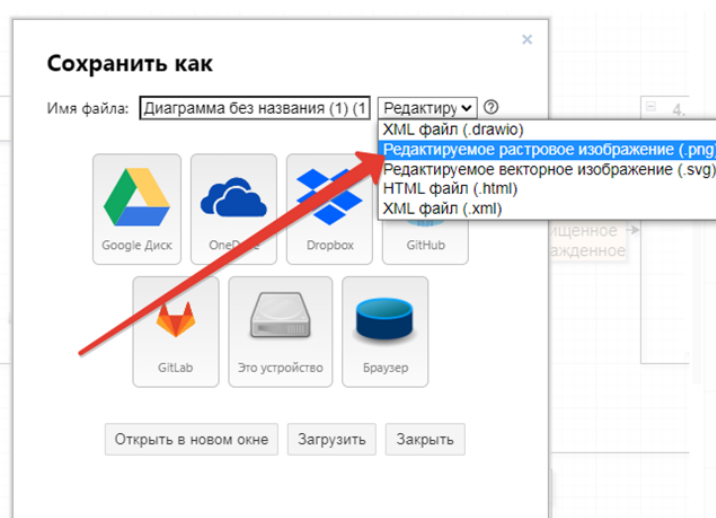


Рис. 4.3.42

В качестве образца выполнения задания приведена машинно-аппаратурная схема, составленная на основе рецептуры инновационного продукта и технологии его изготовления (задачи №№ 2 и 3). Следует отметить, что в отличие от технологической карты, в машинно-аппаратурной схеме указывается не лабораторное оборудование, использованное для выработки прототипа в лабораторных условиях, а оборудование, необходимое для запуска прототипа в производство, то есть промышленные установки и аппараты.

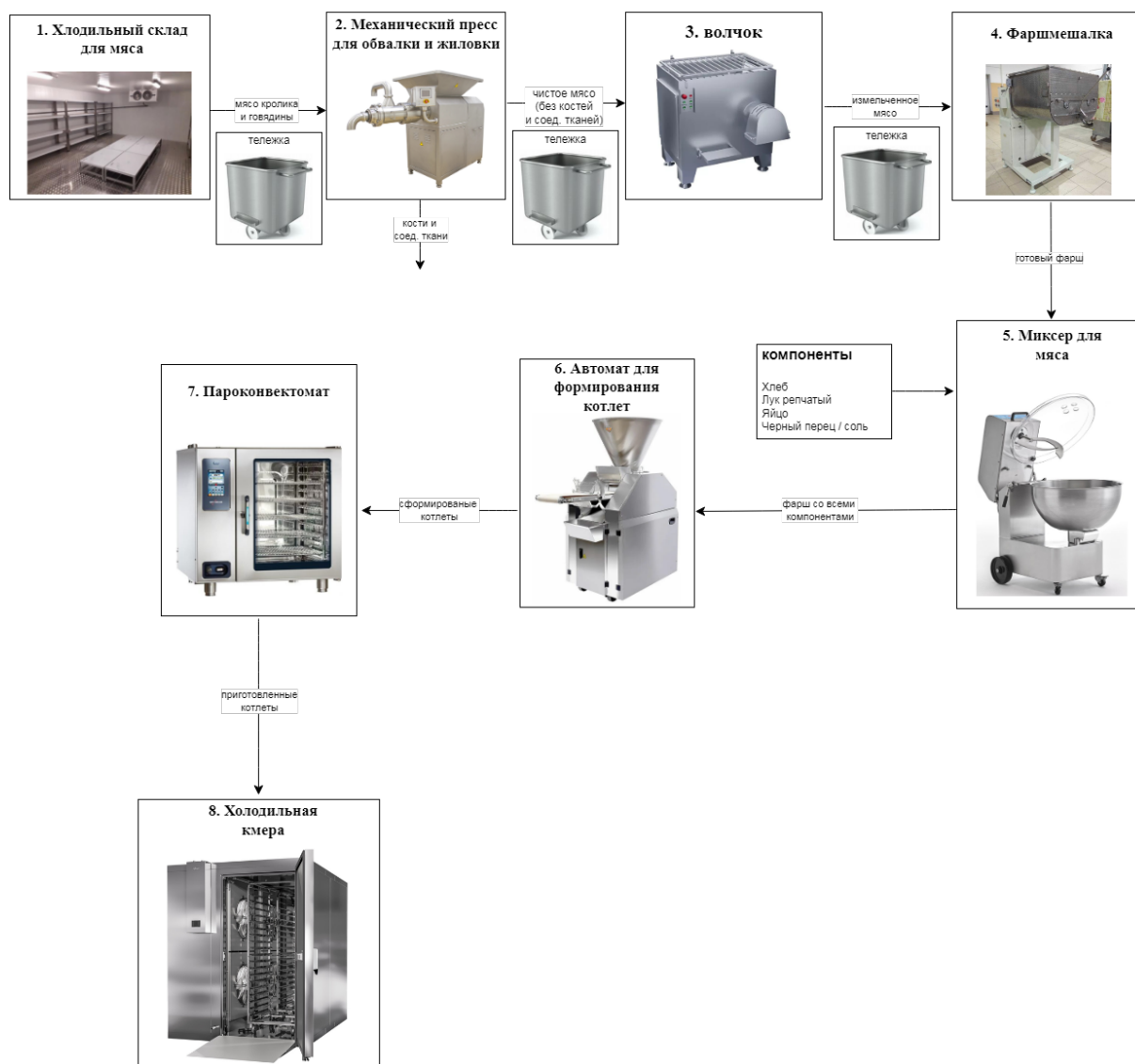


Рис. 4.3.43. Машинно-аппараторная схема производства полуфабрикатов мясных рубленых

#### Подзадача 4.2

Описание разработанной машинно-аппаратурной схемы должно ее дополнять и содержать в себе:

- Для оборудования, в котором отсутствуют рабочие органы: краткое упоминание назначения оборудования, если название оборудования однозначно не отражает его назначение, например охладитель, смеситель и т. д. Примеры:
  - ◇ «...Затем молоко подают в пластинчатый теплообменник 8, в котором оно нагревается горячей водой или паром до температуры пастеризации...»;
  - ◇ «...после охлаждения нормализованное молоко перекачивают насосом в емкость 5 для временного хранения (резервирования)...»;
  - ◇ «...молочные сливки направляют в охлаждаемую емкость 12 на несколько часов для их созревания...»;
  - ◇ «...колбасные батоны загружают в копильный аппарат 12, в котором происходит обработка колбас копильным дымом...».

- Для оборудования, в котором присутствуют рабочие органы: краткое упоминание назначения оборудования и особенностей взаимодействия сырья и рабочих органов оборудования. Примеры:
  - ◇ «...Далее молоко направляют в сепаратор-сливкоотделитель 7, в котором под действием центробежных сил, она разделяется на сливки и обезжиренное молоко...»;
  - ◇ «...Молоко поступает в гомогенизатор 8, где за счет резкого перепада давления и скорости происходит дробление жировых шариков...»;
  - ◇ «...затем фарш загружают в куттер 4, в котором происходит его тонкое измельчение вращающимися серповидными ножами...»;
  - ◇ «...мясо загружают в волчок 10, где за счет последовательного прохождения мяса через несколько комплектов пар нож-решетка происходит его измельчение в фарш...».

### **Пример решения подзадачи 4.2**

Описание машинно-аппаратурной схемы, представленной в подзадаче 4.1, может выглядеть следующим образом:

«Туши говядины и кролика вручную очищаются от кожи и лишних элементов. Очищенные туши помещаются в холодильный склад 1, где они должны храниться. Далее мясо, которое хранилось в холодильном складе 1, на тележке перевозиться в механический пресс для обвалки и жиловки 2, в котором оно вдавливаются в сито, а затем машина отделяет мясную фракцию от костной. Из пресса в утиль уходят кости и твердые соединительные ткани, отделившиеся в процессе. Далее «чистое» мясо также на тележке отправляется в волчок, где с помощью рабочих шнеков направляется в зону режущего механизма, который измельчает мясо до заданных размеров. Измельченное мясо перемещается в фаршемешалку 4 вновь на тележке, где фарш становится более однородным за счет того, что валы с лопастями его перемешивают. Готовый фарш загружается в миксер для мяса 5, куда также добавляются все остальные компоненты, которые с помощью лопастей замешиваются вместе с мясом в однородную массу. Фарш со всеми компонентами помещается в автомат для формирования котлет 6. Специальный цилиндр с помощью нагнетателя проталкивает массу в отверстие с формой, откуда поршнем выталкиваются сформированные котлеты. Их раскладывают на противнях в пароконвектомате 7, где они должны запекаться два раза: первый раз 20–22 мин при 100 °С, второй раз — 5 мин жар+пар — при 180 °С. Готовые котлеты переходят в холодильную камеру 8 для хранения».

### **Задача 5. Определение показателей контроля качества**

Органолептический анализ представляет собой исследование качества продукции с помощью органов чувств — зрения, обоняния, вкуса, осязания. Выбор показателей качества при органолептическом анализе зависит от вида продукции и ее особенностей. Основными показателями данного анализа являются:

- внешний вид,
- цвет,
- запах,
- консистенция,

- вкус.

Внешний вид — это комплексный показатель, который характеризует общее зрительное впечатление от продукции, и включает в себя ряд единичных параметров: форма, состояние поверхности, однородность по размеру, наличие дефектов и т. д.

Физико-химические показатели — показатели физических и химических свойств продукции, определяемые измерительными методами. Они бывают прямыми и косвенными.

Прямые показатели позволяют осуществлять непосредственную оценку потребительских свойств товаров. Например, содержание жира характеризует жирность продукта, сахара — сахаристость и т. п. К прямым показателям относятся масса, длина, диаметр и тому подобные размерные характеристики.

Косвенные показатели характеризуют определенные потребительские свойства опосредованно. Так, видимое наличие соединительной ткани (связки, капсулы, сухожилия) являются косвенным показателем качества мясного продукта.

Многие прямые физико-химические показатели выполняют и функцию косвенных при оценке других показателей и потребительских свойств товаров. Так, содержание жира, сахаров, белков и воды является прямым показателем жирности, сахаристости, биологической ценности, обводненности продуктов, а также косвенным показателем их энергетической ценности. Наиболее распространенными физико-химическими показателями многих продтоваров являются масса, длина, содержание воды или сухих веществ.

Нормативы по микробиологическим показателям включают контроль за четырьмя группами микроорганизмов:

- санитарно-показательные, к которым относятся мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы — МАФАМ и бактерии группы кишечных палочек БГКП (коли-формы);
- условно-патогенные микроорганизмы, к которым относятся *E. coli*, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*, *B. cereus* и сульфитредуцирующие клостридии;
- патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы;
- микроорганизмы порчи — в основном, это дрожжи и плесневые грибы.

Для готового продукта необходимо проанализировать соответствующий нормативный документ на предмет того, какие показатели к какой группе относятся. В таблице 4.3.8 приведен пример решения задачи для инновационного продукта, предложенного в задачах №№ 2, 3.

Таблица 4.3.8. Определение показателей контроля качества и безопасности готового продукта

Наименование регламентирующего документа (ТР ТС, ГОСТ, ГОСТ Р)	Наименование группы показателей	Наименование и размерность показателя	Нормативное значение показателя
ГОСТ 4288-76	Органолептические показатели	Внешний вид	Жареное изделие соответствующей формы в соответствии с технологией приготовления
		Цвет	Корочки изделия коричневые с золотисто-оранжевым оттенком
		Запах, вкус	Характерный для жареных изделий из мясной котлетной массы
ГОСТ 4288-76	Физико-химические показатели	Массовая доля влаги	64,68%
		Массовая доля сухих веществ	28,281%
		pH	6,045
ТР ТС 021/2011	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более	Полуфабрикаты мясные рубленые (охлажденные, замороженные) в тестовой оболочке, фаршированные (голубцы, кабачки), полуфабрикаты мясосодержащие рубленые	$2 \cdot 10^6$
ТР ТС 021/2011	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускаются в массе продукта (г/см <sup>3</sup> )	Полуфабрикаты мясные, мясосодержащие и из мяса птицы мясокостные, рубленые, формованные в т.ч. панированные, в тестовой оболочке, фаршированные; фарши	0,0001

### Задача 6. Этикетка и маркировка продукта

1. Придумать название разработанному инновационному продукту.

При выборе формулировки наименования готового продукта в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 п. 4.3. «Общие требования к формированию наименования пищевой продукции» необходимо учесть наименование пищевой продукции, указываемое в маркировке, которое должно:

- позволять относить продукцию к пищевой продукции,
- достоверно ее характеризовать,
- отличать ее от другой пищевой продукции.

Придуманное название должно быть включено в наименование пищевой продукции и расположено в непосредственной близости от него. Пример приведен на рис. 4.3.44.

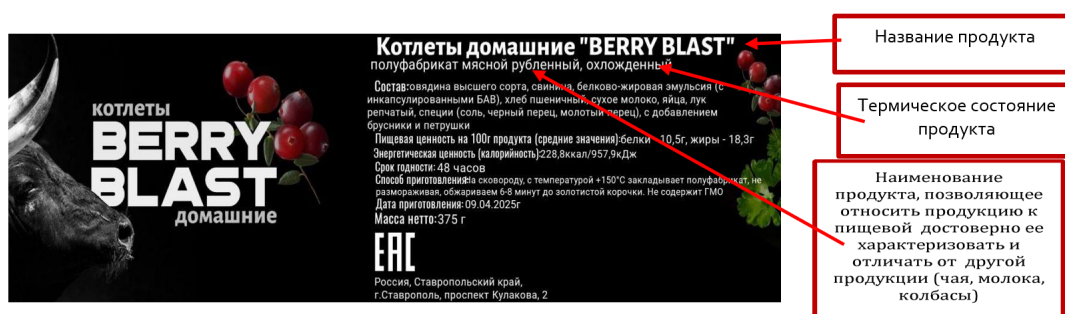


Рис. 4.3.44

На этикетке необходимо разместить информацию о физических свойствах и (или) специальных способах обработки пищевой продукции:

- восстановленная,
- копченая,
- маринованная,
- молотая,
- обработанная ионизирующим излучением,
- сублимированная пищевая продукция и т. п.,

которую включают в наименование пищевой продукции или располагают в непосредственной близости от наименования, если отсутствие такой информации может ввести в заблуждение потребителя (приобретателя).

Не допускается в наименовании пищевой продукции указывать компоненты, если они или продукты их переработки не входят в состав пищевой продукции; состав должен четко содержать те ингредиенты, которые входят в рецептуру. К примеру, назвать «полуфабрикаты соевые», но при этом в рецептуру не внести сою (соевый белок).

В случае, если в составе пищевой продукции используется ароматизатор, наименование компонента, замененного этим ароматизатором и не входящего в состав пищевой продукции, допускается включать в наименование пищевой продукции с использованием слов: «со вкусом» и (или) «с ароматом». Пример приведен на рис. 4.3.45.





Рис. 4.3.45

## 2. Разработать проект этикетки.

Дизайн этикетки должен в максимально лаконичной форме донести потребителю все свойства и преимущества продукта, сформировать доверие к качеству и желание купить его, поэтому при разработке необходимо учесть следующие критерии:

- уникальность и приметность дизайна этикетки;
- оригинальность визуализации этикетки, представляющую собой выстроенный, неиспользуемый ранее образ, не повторяющий визуализацию уже имеющихся брендовых продуктов.

Пример приведен на рис. 4.3.46.

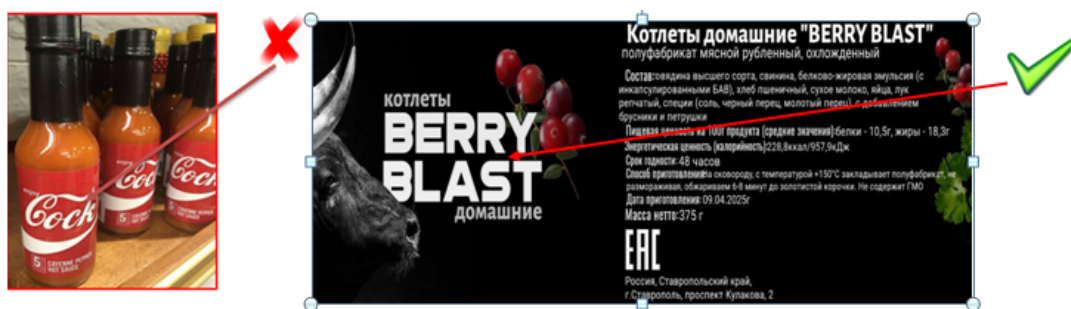


Рис. 4.3.46

Этикетка может быть разработана с помощью любого доступного для участников программного обеспечения.

## 3. Маркировка упакованной пищевой продукции должна содержать сведения, приведенные в ТР ТС 022/2011 п. 4.1. «Требования к маркировке упакованной пищевой продукции»:

- наименование продукта;
- состав продукта (в соответствии с разработанной рецептурой);
- количество пищевой продукции (масса нетто);
- дата изготовления;



- срок годности;
- условия хранения, которые установлены изготовителем (для пищевой продукции, качество и безопасность которой изменяется после вскрытия упаковки, защищавшей продукцию от порчи, указывают также условия хранения после вскрытия упаковки);
- наименование и место нахождения изготовителя пищевой продукции или Ф. И. О. и место нахождения индивидуального предпринимателя — изготовителя пищевой продукции, наименование и место нахождения уполномоченного изготовителем лица;
- рекомендации и (или) ограничения по использованию, в том числе приготовлению пищевой продукции в случае, если ее использование без данных рекомендаций или ограничений затруднено, либо может причинить вред здоровью потребителей, их имуществу, привести к снижению или утрате вкусовых свойств пищевой продукции;
- показатели пищевой ценности пищевой продукции; пищевая ценность пищевой продукции, указываемая в ее маркировке, включает следующие показатели:
  - ◇ энергетическую ценность (калорийность);
  - ◇ количество белков, жиров, углеводов;
  - ◇ количество витаминов и минеральных веществ;

Пищевая ценность пищевой продукции должна быть приведена в расчете на 100 г или 100 мл и (или) на одну порцию (определенное количество пищевой продукции, указанное в ее маркировке как одна порция при обязательном указании количества такой порции) пищевой продукции.

Энергетическая ценность (калорийность) пищевой продукции должна быть указана в джоулях и калориях или в кратных или дольных единицах указанных величин.

Количество витаминов и минеральных веществ в пищевой продукции должно указываться в случае, если витамины и минеральные вещества добавлены в пищевую продукцию при ее производстве. В иных случаях количество витаминов и минеральных веществ в пищевой продукции может указываться в отношении витаминов и минеральных веществ, для которых такое количество в 100 г или 100 мл, либо в одной порции пищевой продукции (в случае приведения пищевой ценности в расчете на одну порцию) составляет 5 и более процентов величин, отражающих среднюю суточную потребность взрослого человека в витаминах и минеральных веществах.

- сведения о наличии в пищевой продукции компонентов, полученных с применением генно-модифицированных организмов (далее — ГМО);
- единый знак обращения продукции на рынке государств-членов Таможенного союза.

В маркировке упакованной пищевой продукции необходимо указать:

- дополнительные сведения, в том числе о документе, в соответствии

с которым произведена и может быть идентифицирована пищевая продукция,

- придуманное название пищевой продукции,
- товарный знак,
- сведения об обладателе исключительного права на товарный знак,
- наименование места происхождения пищевой продукции,
- наименование и место нахождения лицензиара,
- знаки систем добровольной сертификации.



Рис. 4.3.47. Пример этикетки инновационного продукта

Недостатком данной маркировки является отсутствие информации о предприятии-изготовителе продукта, а также сведений о документе, в соответствии с которым произведена и может быть идентифицирована пищевая продукция.

### ***Задача 7. Коррекция рациона клиента***

Корректировку необходимо выполнить, создав в программе «НутриМон» новый документ «Дневник питания» с откорректированным рационом. Дата этого документа должна отличаться (быть более поздней) от даты предыдущего документа «Дневник питания», в котором отражен среднестатистический рацион питания Клиента. По нутриентному составу рацион должен максимально приближаться к нормам физиологической потребности Клиента в соответствии с МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Кроме того, рацион должен учитывать рекомендации по увеличению в питании массовой доли витаминов А, Е, С, белков высокой биологической ценности, ПНЖК, пищевых волокон, микроэлементов, в т. ч. меди и марганца, продуктов, содержащих мелатонин, и снижению массовой доли сахаров, жира, насыщенных жирных кислот (НЖК), холестерина в соответствии с ситуационным заданием.

Пример отчета «Нутритивный статус» с наиболее правильно подобранным рационом приведен на рис. 4.3.48.

Значения нутриентов относительно суточных норм

Нутриент	Ед. изм.	Значение	Норма	% ДЗ	% ккал	↓ N ↑	Примечание
Калорийность	ккал	1 882,7	2 900	65		■■■	
Белок	г	81,2	87	93	17	■■■	
Жиры	г	91,5	97	94	43	■■■	
Углеводы	г	190,5	421	45	40	■■	малое
Пищевые волокна	г	20,8	22	95		■■■	
Витамин C	мг	88,2	90	98		■■■	
Витамин B1	мг	1,5	1,5	97		■■■	
Витамин B2	мг	1,2	1,8	64		■■	малое
Витамин B6	мг	2,6	2	128		■■■■	высокое
Витамин A	мкг	921,5	1 000	92		■■■	
Витамин E	мг	14,9	15	99		■■■	
Витамин D	мкг	14,8	15	99		■■■	
Кальций	мг	474,0	1 200	39		■■	малое
Фосфор	мг	1 542,1	900	171		■■■■	высокое
Магний	мг	306,6	400	77		■■■	
Калий	мг	3 424,2	3 200	107		■■■■	высокое
Натрий	мг	5 346,8	1 300	411		■■■■■	очень высокое
Железо	мг	13,2	15	88		■■■	
Цинк	мг	5,5	12	46		■■	малое
Медь	мг	0,7	1	69		■■■	
Марганец	мг	2,9	3	98		■■■	
Селен	мкг	21,3	50	43		■■	малое

Рис. 4.3.48. Уточненный нутритивный статус

### Задача 8. Прототип инновационного продукта

Накануне решения задачи площадка проведения подготавливает необходимое оборудование, сырье и ингредиенты согласно рецептуре и технологической карты, разработанным командой. Работа команд в лабораториях осуществляется по графику. Опираясь на технологическую карту, составленную в задаче № 3, участниками воспроизводится последовательность операций по изготовлению прототипа, а также выполняется контроль режимов и параметров осуществления операций.

Во время работы в лаборатории присутствует лаборант, обеспечивающий техническое сопровождение участников при работе с оборудованием. Он не отвечает на вопросы по задаче и не принимает самостоятельных решений при работе в лаборатории.

В лаборатории также присутствует член экспертной комиссии. Команда может обратиться к нему с уточняющими вопросами по той задаче, над которой она работает в данный момент. Давать ответ на вопрос или нет, решает член экспертной комиссии.

Допускается корректировка соотношения компонентов рецептуры, режимов и па-

раметров операций в ходе лабораторной выработки прототипа продукта. Изменение состава продукта, то есть входящих в рецептуру ингредиентов, а также последовательности операций, заложенных в технологической карте, в процессе лабораторной выработки и после недопустимо. Все внесенные в ходе лабораторной выработки изменения фиксируются в протоколе изменений в период нахождения в лаборатории. По окончании лабораторной выработки протокол сдается эксперту, находящемуся на площадке. Изменения, зафиксированные в протоколе, должны быть учтены в «НутриМон» и найти отражение во всех отчетных документах.

Итоговым результатом работы является готовый продукт, выработанный командой по разработанной инновационной рецептуре и технологии. Оценка готового продукта проводится дегустационной комиссией, состоящей из экспертов и членов жюри.

На рис. 4.3.49 представлен инновационный продукт, произведенный участниками по рецептуре и технологии, разработанным в задачах №№ 2, 3.



Рис. 4.3.49. Прототип инновационного продукта

## **Задача 9. Оценка качества**

### **Подзадача 9.1**

При выборе свойств, подлежащих определению, необходимо опираться на показатели качества, нормируемые на данный вид продукта соответствующим стандартом, а также характеризующие потребительские характеристики. Например, при выборе методик для исследования физико-химических свойств мясных продуктов, целесообразно выбирать показатели содержания влаги (характеризует сочность, но при увеличенном содержании уменьшается содержание белка) и соли (нормируется ГОСТ), при выборе кисломолочных продуктов — активную и титруемую кислотность и т. д.

Полученные во время эксперимента данные заносятся в таблицу протокола испытаний.

## ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

Наименование продукта: рубленый полуфабрикат.

Дата проведения испытаний: 10.04.2025.

Документ, регламентирующий органолептические и физико-химические показатели (ГОСТ или ГОСТ Р) для данного вида продукта: ГОСТ 32951-2014.

Таблица 4.3.9. Результаты испытаний

№	Показатель	Единица измерения	Фактическое значение	Нормативное значение
1	Массовая доля влаги	%	72,8	Не нормируется
2	Массовая доля хлорида натрия	%	1,6	1,8

Вывод: в результате проведения лабораторных испытаний установлено, что рубленый полуфабрикат по физико-химическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 32951 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия». Массовая доля влаги не нормируется, массовая доля хлорида натрия меньше нормы.

### Подзадача 9.2

Получив от дегустационной комиссии средние значения по каждому показателю (дегустационный лист), строится органолептический профиль продукта в Microsoft Excel. Для этого необходимо воспользоваться вкладкой **Вставка**, далее — **Вставить диаграмму** и выбрать тип «Лепестковая диаграмма». Пример полученного органолептического профиля по каждому показателю приведен на рис. 4.3.50 слева.

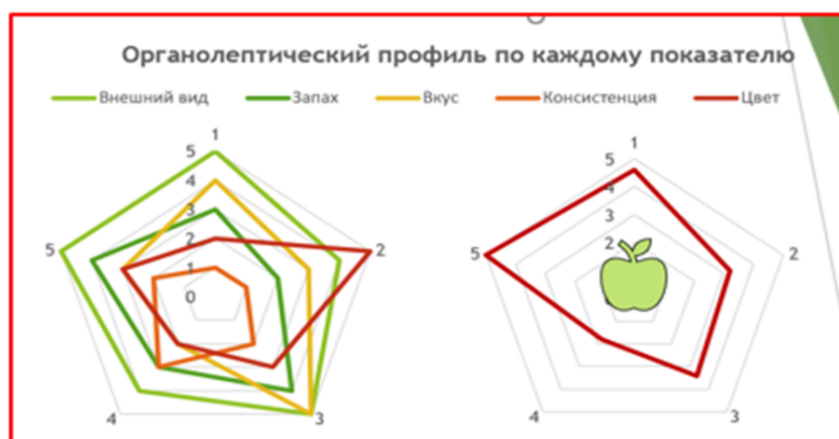


Рис. 4.3.50. Примеры органолептического профиля

Далее нужно построить единый профиль для готового продукта (на рис. 4.3.50 справа) с учетом всех средних значений и сравнить с органолептическим профилем продукта с максимальным количеством баллов по всем показателям (см. рис. 4.3.51).



Рис. 4.3.51. Пример органолептического профиля

В случае отклонения какого-либо показателя от пятибального значения, необходимо сделать вывод, в котором указывается причина снижения показателя (по мнению участников/участника команды).

При оценке качественных характеристик готового продукта необходимо опираться на показатели, приведенные в регламентирующих документах на этот вид продукта. Для этого участникам необходимо определить (подобрать) для своего продукта соответствующий нормативный документ (ГОСТ, СТО, ТУ) и провести оценку качества продукта, ориентируясь на требования органолептических показателей, приведенных в этом документе. Выбранный ГОСТ и выводы о соответствии готового продукта записываются в протокол испытаний.

### Органолептический профиль разработанного продукта

(здесь следует разместить изображение органолептического профиля, созданного командой)

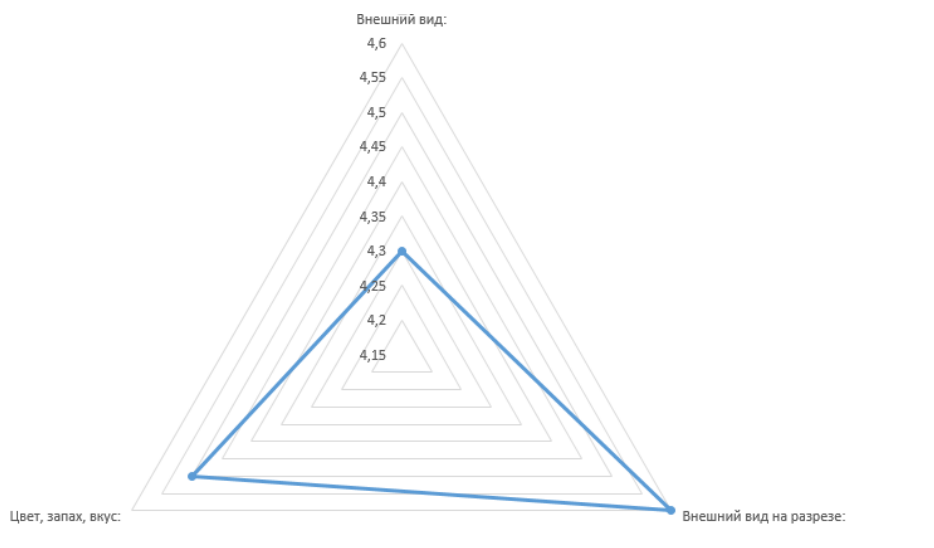


Рис. 4.3.52. Органолептический профиль прототипа инновационного продукта

Вывод: согласно ГОСТ 32951 готовый продукт по органолептическим показателям уступает требованиям стандарта. Наименьшую оценку получил внешний вид продукта, а наивысшую — цвет, запах, вкус и вид на разрезе, что позволяет сделать вывод о необходимости корректировки технологии производства инновационного прототипа продукта.

### **Задача 10. Представление работы**

Представление решения предполагает очное выступление команды перед экспертной группой. Выделяется 5 мин на защиту решений и 3–5 минут на вопросы от комиссии и ответы на них. Кроме того, эксперты могут дать комментарии по результатам работы команды над инженерной задачей.

Во время выступления участники демонстрируют свой уровень погружения в задачу: приводится обоснование того, с какой целью были включены выбранные ингредиенты в рецептуру, как разработанный продукт решает проблемы, выявленные при анализе нутритивного статуса Ильи. Даются рекомендации по корректировке дневного рациона студента для обеспечения сбалансированного питания с учетом его нынешней физической активности и медицинскими показателями. Показывается, за счет чего достигается инновационность и функциональность разработанного продукта.

### **4.3.8. Материалы для подготовки**

1. Полное руководство «НутриМон»: <https://disk.360.yandex.ru/i/LSq7LUoPPXpQHA>.
2. Краткое руководство «НутриМон»: [https://disk.360.yandex.ru/i/05gw11xS\\_RufeA](https://disk.360.yandex.ru/i/05gw11xS_RufeA).
3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21: <https://disk.360.yandex.ru/i/VRBmrI5R2t6jPg>.
4. Основы нутрициологии и физиологии питания. Учебное пособие: <https://disk.360.yandex.ru/i/7-K1nOW4Gqh0Og>.
5. Биоимпедансный анализ состава тела: <https://disk.360.yandex.ru/i/RJ006my4TyHXTg>.
6. Теоретические основы микрокапсулирования микроорганизмов и БАВ: <http://disk.360.yandex.ru/i/qTt74sViL-mJgg>.
7. Эмульсии, эмульгаторы, загустители: <https://disk.360.yandex.ru/i/JW-BOOoWDdsAFA>.
8. Технология мяса. Колбасное производство. Учебное пособие: <https://disk.360.yandex.ru/i/lwmLbflF3easVQ>.
9. Характеристика кисломолочных продуктов: <https://disk.360.yandex.ru/i/wvid7PfTnGP-EQ>.
10. Технология производства полуфабрикатов: [https://disk.360.yandex.ru/i/9pWyYa\\_cEMrtRw](https://disk.360.yandex.ru/i/9pWyYa_cEMrtRw).
11. Бредихин С. А. и др. Технология и техника переработки молока. Учебник: [https://disk.360.yandex.ru/i/Jq\\_GeCbbt6-DAQ](https://disk.360.yandex.ru/i/Jq_GeCbbt6-DAQ).
12. Антипова Л. В. и др. Технология и оборудование произв. колбас и полуфабрикатов, учебник: <https://disk.360.yandex.ru/i/FnfGvAg5-qzsPg>.
13. Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации: <https://docs.cntd.ru/>.
14. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки: <https://docs.cntd.ru/document/9023>



20347?section=text.

## **Приложения**

1. Приложение 1. Перечень пищевых добавок ПД для эмульсий Олимпиада НТО: <https://disk.360.yandex.ru/i/TBEiVFB1cm4bbw>.
2. Приложение 2. Перечень БАВ Олимпиада НТО: [https://disk.360.yandex.ru/i/6gy\\_M6t-so8-8Q](https://disk.360.yandex.ru/i/6gy_M6t-so8-8Q).
3. Приложение 3. Приготовление эмульсий\_микрокапсул, инструкция по расчету: <https://disk.360.yandex.ru/i/xij0nOeNN83zLw>.
4. Приложение 4. Перечень сырья Мультимилк: <https://disk.360.yandex.ru/i/tSEzUETmcNswSQ>.
5. Приложение 5. Перечень сырья Мультимит: <https://disk.360.yandex.ru/i/Fgx0518oDnDNNg>.
6. Приложение 6. Инструкция по составлению рецептуры мясного/молочного продукта: <https://disk.360.yandex.ru/i/iQtORGpMYDB9Uw>. <https://disk.yandex.ru/i/TjaGQii7fVRx-g>
7. Приложение 7. Перечень технологического оборудования для производства прототипа ПРОДУКТА: <https://disk.360.yandex.ru/i/HjIwLsEdfVne8Q>.
8. Приложение 8. База оборудования (проектирование линии): <https://disk.360.yandex.ru/i/HjIwLsEdfVne8Q>.
9. Приложение 9. Перечень гарниров: [https://disk.360.yandex.ru/i/c0n8\\_VfgayITlA](https://disk.360.yandex.ru/i/c0n8_VfgayITlA).
10. Приложение 10. Перечень продуктов от партнеров профиля: [https://disk.360.yandex.ru/i/c0n8\\_VfgayITlA](https://disk.360.yandex.ru/i/c0n8_VfgayITlA).
11. Приложение 11. Критерии оценивания результатов командного тура Олимпиады НТО 2024/2025: <https://disk.360.yandex.ru/i/iuololJgnzpbdw>.



## 5. Критерии определения победителей и призеров

### Первый отборочный этап

В первом отборочном этапе участники решали задачи предметного тура по двум предметам: биологии и химии и инженерного тура. В каждом предмете максимально можно было набрать 100 баллов, в инженерном туре 100 баллов. Для того чтобы пройти во второй этап, участники должны были набрать в сумме по обоим предметам и инженерному туру не менее 80,0 баллов, независимо от уровня.

### Второй отборочный этап

Количество баллов, набранных при решении всех задач второго отборочного этапа, суммируется. Победители второго отборочного этапа должны были набрать не менее 389,0 баллов, независимо от уровня.

### Заключительный этап

#### *Индивидуальный предметный тур*

- биология — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов;
- химия — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов.

#### *Командный инженерный тур*

Команды заключительного этапа получали за командный инженерный тур от 0 до 200,00 баллов: команда, набравшая наибольшее число баллов среди других команд, становилась командой-победителем.

Все результаты команд нормировались по формуле:

$$\frac{100 \times x}{MAX},$$

где  $x$  — число баллов, набранных командой,

$MAX$  — число баллов, максимально возможное за инженерный тур.

В заключительном этапе олимпиады индивидуальные баллы участника складываются из двух частей, каждая из которых имеет собственный вес: баллы за индивидуальное решение задач по предмету 1 (биология) с весом  $K_1 = 0,2$ , по предмету

2 (химия) с весом  $K_2 = 0,2$ , баллы за командное решение задач инженерного тура с весом  $K_3 = 0,6$ .

Итоговый балл определяется по формуле:

$$S = K_1 \cdot S_1 + K_2 \cdot S_2 + K_3 \cdot S_3,$$

где  $S_1$  — балл первой части заключительного этапа по биологии (предметный тур) ( $S_{1 \text{ макс}} = 100$ );

$S_2$  — балл первой части заключительного этапа по химии (предметный тур) ( $S_{2 \text{ макс}} = 100$ );

$S_3$  — итоговый балл инженерного командного тура ( $S_{3 \text{ макс}} = 100$ ).

Итого максимально возможный индивидуальный балл участника заключительного этапа — 100 баллов.

### ***Критерий определения победителей и призеров***

Чтобы определить победителей и призеров (независимо от класса) на основе индивидуальных результатов участников, был сформирован общий рейтинг всех участников заключительного этапа. С начала рейтинга были выбраны 2 победителя и 4 призера (первые 25% участников рейтинга становятся победителями или призерами, из них первые 8% становятся победителями, оставшиеся — призерами).

### ***Критерий определения победителей и призеров (независимо от уровня)***

Категория	Количество баллов
Победители	60,40 и выше
Призеры	От 55,20 до 58,60

## 6. Работа наставника после НТО

Участие школьника в Олимпиаде может завершиться после любого из этапов: первого или второго отборочных, либо после заключительного этапа. В каждом случае после завершения участия наставнику необходимо провести с учениками рефлексию — обсудить полученный опыт и проанализировать, что позволило достичь успеха, а что привело к неудаче. Подробные материалы о проведении рефлексии представлены в курсе «Наставник НТО»: <https://academy.sk.ru/events/310>.

Наставнику важно проинформировать руководство образовательного учреждения, если его учащиеся стали финалистами, призерами и победителями. Публичное признание высоких результатов дополнительно повышает мотивацию.

В процессе рефлексии с учениками, не ставшими призерами или победителями, рекомендуется уделить особое внимание особенностям командной работы: распределению ролей, планированию работы, возникающим проблемам. Для этого могут использоваться опросники для самооценки собственной работы и взаимной оценки участниками других членов команды (Р2Р). Они могут выявить внутренние проблемы команды, для решения которых в план подготовки можно добавить мероприятия, направленные на ее сплочение.

Стоит рассказать, что в истории НТО было много примеров, когда не победив в первый раз, на следующий год участники показывали впечатляющие результаты, одержав победу сразу в нескольких профилях. Конечно, важно отметить, что так происходит только при учете прошлых ошибок и подготовке к Олимпиаде в течение года.

Важным фактором успешного участия в следующих сезонах НТО может стать поддержка родителей учеников. Знакомство с ними помогает наставнику продемонстрировать важность компетенций, развиваемых в процессе участия в НТО, для будущего образования и карьеры школьников. Поддержка родителей помогает мотивировать участников и позволяет выделить необходимое время на занятия в кружке.

С участниками-выпускниками наставнику рекомендуется обсудить их дальнейшее профессиональное развитие и его связь с выбранными профилями НТО. Отдельно можно обратить внимание на льготы для победителей и призеров, предлагаемые в вузах с интересующими ученика направлениями. Кроме того, ряд вузов предлагает льготы для всех финалистов НТО, а также учитывает результаты Конкурса цифровых портфолио «Талант НТО».