



НТО

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
Всероссийской междисциплинарной олимпиады школьников
«Национальная технологическая олимпиада»
по профилю
«Цифровая гидрометеорология»

2023/24 учебный год

<http://ntcontest.ru>

Оглавление

1 Введение	5
2 Цифровая гидрометеорология	17
I Работа наставника НТО на первом отборочном этапе	19
II Первый отборочный этап	20
II.1 Предметный тур. Информатика и информационные технологии	20
II.1.1 Первая волна. Задачи 8–11 класса	20
II.1.2 Вторая волна. Задачи 8–11 класса	32
II.1.3 Третья волна. Задачи 8–11 класса	43
II.2 Предметный тур. География	57
II.2.1 Первая волна. Задачи 8–11 класса	57
II.2.2 Вторая волна. Задачи 8–11 класса	64
II.2.3 Третья волна. Задачи 8–11 класса	72
II.3 Инженерный тур	80
II.3.1 Крупные атмосферные процессы	80
II.3.2 Что изображено на синоптической карте	81
II.3.3 Как выглядят синоптические процессы на космических снимках	82
II.3.4 Обозначения на приземной карте погоды	83
II.3.5 Роза ветров	84
II.3.6 Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы вредными веществами	85
II.3.7 Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества	85
II.3.8 Влияние метеорологических условий на вегетацию растений	89
II.3.9 Гидрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства	89
II.3.10 Литература	90
II.3.11 Задания	91

III Работа наставника НТО на втором отборочном этапе	114
IV Второй отборочный этап	115
IV.1 Индивидуальные задачи	115
IV.2 Командные задачи	126
V Работа наставника НТО при подготовке к заключительному этапу	129
VI Заключительный этап	130
VI.1 Предметный тур	130
VI.1.1 Информатика и информационные технологии. 8–11 классы	130
VI.1.2 География. 8–11 классы	140
VI.2 Инженерный тур	148
VI.2.1 Общая информация	148
VI.2.2 Легенда задачи	148
VI.2.3 Требования к команде и компетенциям участников	149
VI.2.4 Оборудование и программное обеспечение	149
VI.2.5 Описание задачи	149
VI.2.6 Система оценивания	158
VI.2.7 Решение задачи	160
VI.2.8 Материалы для подготовки	173
VII Критерии определения победителей и призеров	174
VIII Работа наставника после НТО	176

Введение

Национальная технологическая олимпиада

Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников «Национальная технологическая олимпиада» (далее — 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».

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.

Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада» — это командная инженерная Олимпиада, позволяющая школьникам работать в 41-м инженерном направлении. 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 девятом сезоне (2023–24 гг.) самых масштабных в России командных инженерных соревнованиях подали более 141 тысячи школьников и студентов из всех регионов страны и семи зарубежных государств: Азербайджана, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Молдовы, Узбекистана и Черногории. Общий охват олимпиады с 2015 года превысил 660 000 участников. <https://journal.kruhok.org/tpost/pggs3bp7y1-tehnologicheskaya-podgotovka-inzhenernih>



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

- 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 и ведущими экспертами, а также найти единомышленников.

Ценности НТО

Национальная технологическая олимпиада — командные инженерные соревнования для школьников и студентов. Особое пространство Олимпиады создают общие ценности и смыслы, которые предлагается разделять всем: участникам, организаторам, наставникам, экспертам.

Основа всей олимпиады — это современное технологическое образование как новый уклад жизни в современном мире. Этот уклад подразумевает доступность качественного образования для каждого заинтересованного человека, возможность постепенно и непрерывно учиться и развиваться, совместно создавать среду, в которой гуманитарное знание и новые технологии взаимно дополняют друг друга. Это идеал будущего общества. Участники Олимпиады уже сейчас попадают в такое будущее.

Как организаторы мы надеемся, что принципы, заложенные в основу НТО, станут общими принципами для всех, кто имеет отношение к Олимпиаде.

Решать прикладные задачи, нацеленные на умножение общественного блага

В соревнованиях и подготовке к ним мы адаптируем реальные задачи современной науки и производства к знаниям и навыкам, которые могут освоить школьники и студенты. Задачи имеют прикладное значение для людей и не оторваны от реальности. Мы стремимся к тому, чтобы участники понимали, для чего нужно решать такие задачи, кому в мире станет лучше, если они будут решаться системно и профессионально. Ценность Олимпиады заключается в том, что здесь можно попробовать себя в этом, и найти единомышленников для решения подобных задач в будущем.

Создавать, а не только потреблять

Создание новых решений мы ставим выше стремления потреблять уже созданное. Создание ценности для других ставим выше поиска личной выгоды. Это не значит, что нужно забыть о себе и самоотверженно посвятить всю свою жизнь делу технологического прогресса. Но творчество всегда приносит большую радость, чем потребление. Это относится и ко всей олимпиаде.

Олимпиада — это общее дело организаторов, партнеров и участников. Способность принимать проблемы олимпиады как свои и пытаться решить их ценнее для творческого человека, чем желание найти недостатки в работе других.

Работать в команде

Способность работать в команде — это не только эффективная стратегия действия в современном мире. Работа в команде не отрицает наличия свободной воли каждого конкретного участника, его значимости и права на собственное мнение. Но в сообществе мы стремимся достигнуть общей цели, опираясь на взаимное уважение всех участников, учитывая интересы и слабые и сильные стороны каждого.

Команды формируют целые сообщества, которые имеют сходные цели и ценности и могут очень многое, поскольку сильные горизонтальные связи помогают реализовывать самые дерзкие и амбициозные задачи. Это то, что нужно для технологического развития. Мы заняты построением такого сообщества и надеемся, что вы захотите стать его частью.

Осваивать и ответственно развивать новые технологии

Сообщество Национальной технологической олимпиады — часть Кружкового движения НТИ. Это прежде всего сообщество людей, увлеченных современными технологиями. Нас всех объединяет стремление разобраться в них, создать что-то новое и найти таких же увлеченных единомышленников.

Мы — часть сообщества технологических энтузиастов, и для нас границы возможностей технологий всегда подвижны. Именно поэтому просим не забывать об этике инженера и ученого, ответственности за свои изобретения перед людьми, которых это касается. Творя новое, не навреди!

Играть честно и пробовать себя

Мы признаем, что победа в соревнованиях важна и нужна. Но утверждаем, что для победы не все средства хороши и цель не является оправданием для грязной игры. Победа должна быть заслужена в рамках правил, единых для всех. Человек, который играет честно, не будет списывать, интриговать, подставлять других и заниматься прочей нездоровой конкуренцией.

Человек, который играет честно, — уважает себя, свою команду и соперников. Он принимает правила игры и в заданных рамках доказывает право на победу.

Мы бережем пространство Олимпиады как безопасное для всех участников. Это помогает искать себя, и при этом не бояться пробовать новые задачи, определять свой дальнейший путь, учиться на ошибках и каждый год становиться более сильным и подготовленным.

Быть человеком

Соревнования — это очень сложный и эмоционально насыщенный процесс. Чтобы он приносил радость и пользу всем, мы призываем всех участников вести себя порядочно и думать не только о себе.

Вежливость, эмпатия и забота — вот что сделает процесс комфортным и полезным для всех. Мы ценим уважение труда каждого человека и его позиции, бережное отношение к работе и жизни каждого. И просим отказаться от токсичной оценочной критики — она не решит ваши проблемы, а сделает хуже вам, другому и всей

Олимпиаде в целом.

Человек, который остается человеком, умеет признавать ошибки и отвечать за слова и дела перед другими. Здесь это ценят. Встав перед альтернативой между сиюминутной выгодой, капризом и общей целью соревнования — человек выберет последнее и поможет другим, организаторам и участникам, поддержать эту цель.

Важное замечание. Этот текст — живое выражение смыслов и ценностей Национальной технологической олимпиады. Он будет меняться вместе с развитием нашего сообщества. Авторы с благодарностью примут помощь от всех, кто чувствует сопричастность ценностям и готов включиться в их доработку.

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 направлениям:

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

В 2023/24 учебном году 28 профилей НТО включены в Перечень олимпиад школьников, 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, что 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 старшеклассников проводится в три этапа:

- Первый отборочный этап — заочный индивидуальный. На данном этапе участникам предлагаются задачи по двум предметам, соответствующим тому или

иному профилю, а также задания, формирующие теоретические знания и представления по направлениям выбранных профилей.

- Второй отборочный этап — заочный командный. На данном этапе участникам предлагаются индивидуальные компетентностные и командные задачи, связанные с направлением выбранного профиля.
- Заключительный этап — очный командный. Этап представляет собой очные соревнования длительностью 5–6 дней, куда приезжают команды со всей страны, успешно справившиеся с двумя отборочными этапами, и решают комплексные прикладные инженерные задачи.

Профили НТО 2023/24 учебного года и соответствующий уровень РСОШ

Профили II уровня РСОШ

- Автоматизация бизнес-процессов
- Беспилотные авиационные системы
- Водные робототехнические системы
- Инженерные биологические системы
- Интеллектуальные робототехнические системы
- Нейротехнологии и когнитивные науки
- Технологии беспроводной связи

Профили III уровня РСОШ

- Автономные транспортные системы
- Анализ космических снимков и геопространственных данных
- Аэрокосмические системы
- Большие данные и машинное обучение
- Геномное редактирование
- Интеллектуальные энергетические системы
- Информационная безопасность
- Искусственный интеллект
- Летаящая робототехника
- Наносистемы и наноинженерия
- Новые материалы
- Передовые производственные технологии
- Разработка компьютерных игр
- Спутниковые системы
- Технологии виртуальной реальности
- Технологии дополненной реальности
- Технологическое предпринимательство
- Умный город
- Фотоника
- Цифровые технологии в архитектуре
- Ядерные технологии

Профили без уровня РСОШ

- Научная медиакоммуникация
- Программная инженерия в финансовых технологиях
- Современная пищевая инженерия
- Технологическое мейкерство
- Урбанистика
- Цифровое производство в машиностроении
- Цифровой инжиниринг в строительстве
- Цифровые сенсорные системы

Новые профили без уровня РСОШ

- Инфохимия
- Квантовый инжиниринг
- Технологии компьютерного зрения и цифровые сервисы
- Цифровая гидрометеорология
- Цифровое месторождение

Обратите внимание, что в олимпиаде 2024/25 года список профилей, в т.ч. входящих в РСОШ, и уровни РСОШ — могут поменяться.

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

- учащихся технологических кружков, любители инженерных и робототехнических соревнований;
- олимпиадников, которым интересны межпредметные олимпиады;
- фанатов и адептов передовых технологий;
- школьников, участвующих в хакатонах, проектных конкурсах и школах;
- будущих предпринимателей, намеревающихся найти на Олимпиаде единомышленников для будущего стартапа;
- увлекающихся школьников, которые хотят видеть предмет шире учебника.

Познакомить школьников с НТО и ее направлениями, замотивировать принять участие в НТО можно с помощью специальных мероприятий: Урок НТО и Дни НТО. Как педагогу провести Урок НТО, или как в образовательном учреждении организовать День НТО можно познакомиться в методических рекомендациях на сайте НТО. Там же можно выбрать и скачать необходимые уроки и подборки материалов по направлениям <https://nti-lesson.ru/>.



Участвуя в НТО, школьники получают возможность работать с практикоориентированными задачами в области прорывных технологий, собирать команды единомышленников, включаться в профессиональное экспертное сообщество, а также заработать льготы для поступления в вузы.

У НТО есть площадки подготовки по всей стране, которые занимаются привлечением участников и проводят мероприятия по подготовке к соревнованиям. Они могут быть открыты:

- в организациях общего и дополнительного образования;
- на базе частных кружков в области программирования, робототехники и иных технологий;
- в вузах;
- технопарках

и других организациях.

Каждое образовательное учреждение, ученики которого участвуют в НТО или НТО Junior, может стать площадкой подготовки к олимпиаде, что дает возможность включиться в Кружковое движение НТИ.

На сайте НТО размещены инструкции о том, как организация может стать площадкой подготовки: <https://ntcontest.ru/mentors/stat-ploshadkoi/>. Условия регистрации и требования к работе площадок подготовки обновляются вместе с развитием олимпиады. Обновленная версия размещается на сайте перед началом нового цикла олимпиады.



Наставники НТО

В НТО большое внимание уделяется работе с наставниками. Наставник НТО оказывает всестороннюю поддержку участникам Олимпиады, помогая решать организационные вопросы и развивать как технические знания и компетенции, так и социальные навыки, связанные с работой в команде.

Наставником может стать любой человек, которому интересно сопровождать участников и помогать им формировать необходимые для решения технологических задач компетенции и готовиться к соревнованиям. Это может быть преподаватель школы или вуза, педагог дополнительного образования, руководитель кружка, эксперт в технологической области, представитель бизнеса и т. п. Если наставнику не хватает собственных знаний, он может привлекать коллег и внешних экспертов и

поддерживать усилия и мотивацию учеников, которые разбирают задачи самостоятельно. На данный момент сообщество наставников НТО включает в себя более 7 тысяч человек.

Главная задача наставника — выстроить комплексную структуру подготовки к Олимпиаде в течение всего учебного года. В области ответственности наставника находится поддержка мотивации участников и помощь в решении возникающих проблем. Не менее важно зафиксировать цели и ожидания от предстоящих соревнований, что поможет оценить прирост профессиональных компетенций, личных и командных навыков за время подготовки.

Примеры организационных задач, которые стоят перед наставником НТО:

- Информирование и работа с мотивацией. На этапе регистрации на Олимпиаду наставник привлекает участников, рассказывая, что такое НТО и какие преимущества она предлагает. Наставнику необходимо разобраться в устройстве НТО, этапах и расписании этапов, а также изучить профили, чтобы помочь каждому ученику выбрать наиболее перспективные и интересные для него направления.
- Формирование программы подготовки. Наставник составляет график подготовки к НТО и следит за его реализацией, руководя процессом подготовки учеников.
- Отслеживание сроков. Наставник следит за сроками проведения этапов НТО и напоминает участникам о необходимости своевременной загрузки решений на платформу.

Примеры задач наставника, связанных с непосредственной подготовкой к соревнованиям:

- Анализ компетенций участников. Наставник вместе с учениками оценивает компетенции, которые необходимы для успешного участия в НТО, выявляет нехватку знаний и навыков и отбирает материалы и задачи, которые ученикам нужно изучить и решить.
- Содержательная подготовка к первому и второму отборочному этапу. Наставник вместе с учениками изучает материалы для подготовки, рекомендованные разработчиками выбранных профилей, а также разбирает и решает задачи НТО прошлых сезонов. Рекомендуются использовать записи вебинаров, материалы и онлайн-курсы профилей.
- Содержательная подготовка к заключительному этапу. Наставник может использовать разборы задач заключительного этапа прошлых лет, а также следить за расписанием подготовительных очных и дистанционных мероприятий и рекомендовать ученикам их посещать.

Примеры задач наставника в области развития социальных навыков, связанных с развитием личной эффективности и взаимодействия с другими участниками:

- Формирование команд. Второй отборочный этап НТО проходит в командном формате. Наставник помогает ученикам сформировать эффективную команду с оптимальным распределением ролей. В ряде случаев он может содействовать в поиске недостающих участников команды, в том числе в других городах и стать наставником такой команды, коммуникация в которой осуществляется через web-сервисы.
- Отслеживание прогресса и анализ полученного опыта. Наставник проводит ре-

флексию прогресса отдельных участников и команды по результатам каждого этапа НТО и после завершения участия в соревнованиях. Это помогает участникам оценить свое движение по траектории соревнований, сильные и слабые стороны, сформулировать, каких компетенций не хватило для более высокого результата и как их можно улучшить в будущем.

- Поддержка и мотивирование участников. Наставник поддерживает интерес учеников к соревнованиям, а также помогает им сохранять высокую мотивацию, что особенно важно, если команда показала результаты хуже, чем ожидалось.
- Выстраивание индивидуальной образовательной траектории. Наставник может помочь ученикам осознанно создать собственную траекторию развития, в том числе вне НТО: подбор обучающих курсов и соревнований, выбор вуза и направления дальнейшего обучения.

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/promo>. Курс формирует общие представления о работе наставников в области подготовки участников к инженерным соревнованиям.



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



Наставникам для ведения занятий с учениками предлагаются образовательные программы, разработанные на основе восьмилетнего опыта организации подготовки к НТО. В настоящий момент такие программы представлены по 10-ти передовым технологическим направлениям:

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

и др.

<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.

Формируется сообщество наставников НТО. Ежегодно Кружковое движение НТИ проводит Всероссийский конкурс технологических кружков: <https://konkurs.kruzhok.org>, принять участие в котором может каждый наставник. По итогам конкурса кружки-участники размещаются на Всероссийской карте кружков: <https://map.kruzhok.org>.



В 2022 году был разработан Навигатор для наставников команд или отдельных участников НТО: <https://www.notion.so/bdlv/5a1866975c2744728c2bd8ba80d21ec2>.



Навигатор ориентирован на начинающих наставников и помогает погрузиться в работу с НТО. Опытным наставникам Навигатор может быть полезен как сборник важных рекомендаций и статей:

- Смогут ли мои ученики принять участие в НТО.
- Как наставнику зарегистрироваться в НТО.
- Как помочь участникам выбирать профили.
- Что можно успеть сделать, если я и мои ученики начнем участвовать с нового учебного года.
- Как убедить руководство включиться в НТО.
- Что важно знать, начиная подготовку школьников.
- Как организовать подготовку.
- Как проводить рефлексию.
- Как мотивировать участников.
- Как работать с командой участников НТО.

Организаторы Олимпиады также оказывают экспертно-методическую поддержку сообществу наставников. Были разработаны методические рекомендации для наставников: «Технологическая подготовка инженерных команд»: <https://journal.kruzhok.org/tpost/pggs3bp7y1-tehnologicheskaya-podgotovka-inzhenernih>. Рассмотрены особенности подготовки к 5-ти направлениям:

- Большие данные.
- Машинное обучение.

- Искусственный интеллект.
- Спутниковые системы.
- Летаящая робототехника.



Для наставников НТО разработан и постоянно пополняется страница с материалами для профессионального развития: <http://clc.to/for-mentor>.



Цифровая гидрометеорология

Цель профиля «Цифровая гидрометеорология» — развитие у школьников прикладных навыков в сферах гидрометеорологии, программирования, физики атмосферы. Профиль посвящен созданию алгоритма анализа гидрометеорологических данных и реализации в информационной системе отечественного производства, предоставляемого технологическим партнером.

Соревнования по профилю способствуют повышению подготовки нового поколения инженеров-разработчиков цифровых решений в сфере гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды по отраслям, способных применять на практике современные достижения науки и техники в области искусственного интеллекта, анализа больших данных и геоинформационного управления на основе передовых научно-технологических разработок университета при поддержке высокотехнологичных компаний.

В 2023/24 учебном году участникам Олимпиады по профилю «Цифровая гидрометеорология» было предложено обосновать целесообразность получения электрической энергии посредством установки ветрогенератора для энергоэффективного дома.

Основная задача отборочных этапов Олимпиады — выявить наиболее способных к решению подобных задач школьников и через образовательную составляющую развить у школьников прикладные навыки в области гидрометеорологии.

Первый отборочный (индивидуальный) дистанционный этап содержал задания предметных туров по географии и информатике, а также инженерный тур, в рамках которого участникам было предложено выполнить анализ и обработку гидрометеорологических данных. Участникам для работы необходимо было самостоятельно найти и скачать необходимые гидрометеорологические данные из открытых источников. Благодаря решению таких задач участники могли познакомиться с базовыми сайтами и соревновательной платформой.

Предметный тур определял уровень подготовки школьников по предметам: география и информатика. Задачи по информатике относятся к разделам: алгоритмы, программирование и методы оптимизации. Здесь школьники должны были продемонстрировать простейшие навыки составления и отладки программ, обрабатывающих массивы данных, и понимание таких тем, как комбинаторика, операции со строками, матричный анализ, теория графов. Задачи по географии проверяли у участников знания по физико-географическим характеристикам, ландшафтоведению и географической номенклатуре. Таким образом, задачи предметного тура выявляли у участников знания, необходимые для решения задач следующего (второго) и заключительного этапов.

Дополнительно для участников был организован образовательный Телеграмм-канал, содержащий научно-популярные лекции по гидрометеорологии ведущих ученых ФГБОУ ВО «РГГМУ».

В рамках второго отборочного этапа участники работали индивидуальными и командными задачами. Пакет задач представляет собой 4 индивидуальные задачи и одну командную по теме «Ветроэнергетика». Задачи отражали разные аспекты

использования энергии ветра – метеорологический, технический, энергетический и экономический. Решение задач позволило приобрести навыки программирования при работе с большими базами метеорологических данных, освоить расчет статистических и экономических показателей, осуществить выбор оборудования, удовлетворяющего заданным требованиям.

В целях подготовки финалистов к заключительному этапу дополнительно был проведен практикум/хакатон. Практикум был направлен на развитие следующих навыков и знаний у участников: расчет и анализ характеристик ветрового режима для расчета показателей ветрового кадастра, объемов вырабатываемой электроэнергии ветрогенератора и оценка экономической эффективности эксплуатации ветрогенератора.

Заключительный этап НТО по профилю «Цифровая гидрометеорология» состоял из командного инженерного и индивидуального предметного туров.

Предметный тур проводился по двум предметам: информатика и география, и проверял предметные знания, необходимые в решении задач на анализ данных. Баллы, набранные в индивидуальном предметном туре, то есть знания и умения решать олимпиадные задачи в важных для направления разделах географии и информатики, влияют на индивидуальный результат участников.

Задача командного инженерного тура заключительного этапа предполагала выбор региона, характеризующегося необходимым режимом скорости ветра на основе информации, имеющейся в сети интернет, определением населенного пункта (метеостанции), где скорости ветра максимальны в выбранном регионе, затем для выбранного населенного пункта (метеостанции) по данным наблюдения за пятилетний период необходимо было разработать ветровой кадастр, а также алгоритм для автоматизации процесса расчета показателей ветрового кадастра. В результате, для реализации проекта экодому с соответствующим объемом потребления электрической энергии, необходимо было подобрать ветроэнергетическую установку с полным комплектом необходимых электротехнических устройств и определить экономическую эффективность эксплуатации ветрогенератора в процессе его эксплуатации.

По сравнению с предыдущими этапами, участники должны были продемонстрировать не только отдельно взятые компетенции в области гидрометеорологии, но также компетенции в области обработки гидрометеорологических данных.

Таким образом учащиеся 8–11 классов, прошедшие все этапы НТО, демонстрируют понимание основных процедур, необходимых для установки ветрогенератора для энергоэффективного экодому.

Для того чтобы сделать это возможным в ходе олимпиады проводился цикл образовательных и отборочных мероприятий. С момента регистрации для подготовки участникам были доступны материалы научно-популярных лекций по метеорологии и связанным с ней наукам (проходят в онлайн формате) для школьников: https://impeu.rshu.ru/unifor_school/lectorii.

Работа наставника НТО на первом отборочном этапе

На первом отборочном этапе НТО участникам предлагаются задачи по предметам, соответствующим выбранным профилям. Для подготовки к первому отборочному этапу Олимпиады наставник может использовать следующие рекомендуемые форматы и мероприятия:

- Разбор задач первого отборочного этапа НТО прошлых лет.
- Мини-соревнования по решению задач предметных олимпиад муниципального уровня.
- Углубленные занятия по разделам предметов в соответствии с рекомендациями разработчиков профилей.

Для проверки, самостоятельного решения или проведения мини-соревнований могут использоваться предметные курсы НТО на платформе Stepik. Также возможно привлечение других преподавателей-предметников для проведения занятий в случае, если у наставника недостаточно компетенций в области предметных олимпиад.

Инженерный тур состоит из курса или теоретических материалов, погружающих участников в тематику профиля, и теоретических и практических заданий, как правило связанных с теорией.

Первый отборочный этап

Предметный тур. Информатика и информационные технологии

Первая волна. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.1.1. Авиакомпания (9 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Даны фрагменты двух таблиц базы данных некоторой авиакомпании. Исходя из информации данных таблиц, определите, сколько человек вылетели из Москвы в интервале от 12 до 18 часов за 05.07.2023 и 06.07.2023.

Обратите внимание, что в разные даты один и тот же номер рейса может иметь разные пункты вылета и пункты прилета.

Таблица П.1.1: passengers

id	first_name	last_name	birth	document	flight_num	flight_date	status
1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	*****	104	05.07.2023	True
2	Anna	Smirnova	24.05.2002	*****	104	05.07.2023	False
3	Ekaterina	Kuznetsova	04.02.1996	*****	105	05.07.2023	True
4	Aleksandr	Popov	06.04.1994	*****	103	05.07.2023	True
5	Elena	Vasilieva	03.11.1994	*****	104	05.07.2023	False
6	Sergei	Petrov	25.06.1984	*****	103	05.07.2023	False
7	Daniil	Sokolov	07.12.2000	*****	101	06.07.2023	True
8	Anastasia	Mikhailova	15.12.2002	*****	103	05.07.2023	True
9	Mikhail	Novikov	05.02.1993	*****	105	05.07.2023	True
10	Elizaveta	Fedorova	18.05.2004	*****	102	05.07.2023	True
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	*****	101	05.07.2023	True
12	Semen	Volkov	16.08.1988	*****	103	05.07.2023	True
13	Vladislav	Alekseev	18.07.1981	*****	102	05.07.2023	True
14	Maksim	Lebedev	20.03.1988	*****	104	05.07.2023	False
15	Aleksandra	Semenova	27.06.1998	*****	102	05.07.2023	True
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	*****	101	05.07.2023	True
17	Arina	Pavlova	21.05.1983	*****	102	05.07.2023	True
18	Dmitriy	Kozlov	07.05.1982	*****	101	06.07.2023	False
19	Danil	Stepanov	02.08.1986	*****	101	06.07.2023	True
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	*****	101	05.07.2023	True
21	Rostislav	Orlov	27.03.1987	*****	101	06.07.2023	False

Таблица II.1.2: flights

id	flight_num	departure	arrival	flight_date	flight_time	status
1	101	Moscow	Kazan	05.07.2023	14:00	True
2	102	Moscow	Sochi	05.07.2023	15:30	False
3	103	Vladivostok	Novosibirsk	05.07.2023	09:00	True
4	104	Moscow	Ufa	05.07.2023	17:20	True
5	105	Moscow	Saint Petersburg	05.07.2023	19:00	True
6	101	Kazan	Kaliningrad	06.07.2023	11:15	True

Таблица `passengers` является информацией о пассажирах, которые приобрели билеты на рейсы данной авиакомпании.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `first_name` — имя пассажира;
- `second_name` — фамилия пассажира;
- `birth` — дата рождения;
- `document` — номер документа, по умолчанию в авиакомпании он скрыт;
- `flight_num` — номер рейса, на который пассажир приобрел билет;
- `flight_date` — дата вылета рейса;
- `status` — активен ли статус пассажира на данный рейс, если `True` — пассажир полетит (или уже полетел), `False` — билет был сдан.

Таблица `flights` является информацией о рейсах авиакомпании.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `flight_num` — номер рейса;
- `departure` — город вылета;
- `arrival` — город прилета;
- `flight_date` — дата вылета рейса;
- `departure_time` — время вылета рейса;
- `status` — активен ли статус рейса, если `True` — будет выполнен (или уже выполнен), `False` — рейс отменен.

Решение

Исходя из условия задачи, выберем те рейсы, которые подходят, их всего два.

101	Moscow	Kazan	05.07.2023	14:00	True
104	Moscow	Ufa	05.07.2023	17:20	True

Далее идем по таблице и ищем всех людей, которые летят 05.07.2023 номерами рейсов 101 или 104 со статусом `True`.

Людей с номером рейса 101, но датой вылета 06.07.2023 в расчет не берем, так как этот рейс не вылетает из Москвы.

1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	*****	104	05.07.2023	True
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	*****	101	05.07.2023	True
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	*****	101	05.07.2023	True
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	*****	101	05.07.2023	True

Ответ: 4.

Задача II.1.1.2. Вечный XOR (9 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Дано число 11011001 в двоичной системе счисления. К данному числу применяется операция XOR на другое, неизвестное нам, восьмизначное число в двоичной системе счисления. После операции выполняется проверка: если результат операции меньше восьмизначного, к нему дописываются незначащие нули. Такой проверкой мы поддерживаем восьмизначный формат числа. После этого операция XOR и проверка выполняются снова в той же последовательности и так до бесконечности...

Определите восьмизначное неизвестное число, которое применяется в операции XOR, если известно, что на 127 применении операции в этом алгоритме результат до проверки был равен 1100011.

Решение

Заметим одну интересную особенность функции XOR: если взять результат операции XOR числа 217 и любого числа x (допустим 3) и к результату вновь применить операцию XOR с числом x (в нашем случае 3), то мы вернемся к исходному числу.

$$\begin{array}{r} 11011001 = 217 \\ \wedge \\ 1100011 = 99 \\ \hline 10111010 = 186 \end{array}$$

Получается, что на 127-й по счету операции XOR, то есть нечетной, будет получено промежуточное число, которое по условию равно 1100011 или 99.

Осталось лишь узнать неизвестное число x , которое будет давать 99 в результате XOR с исходным числом 217.

Для этого можно узнать результат XOR между числами 217 и 99.

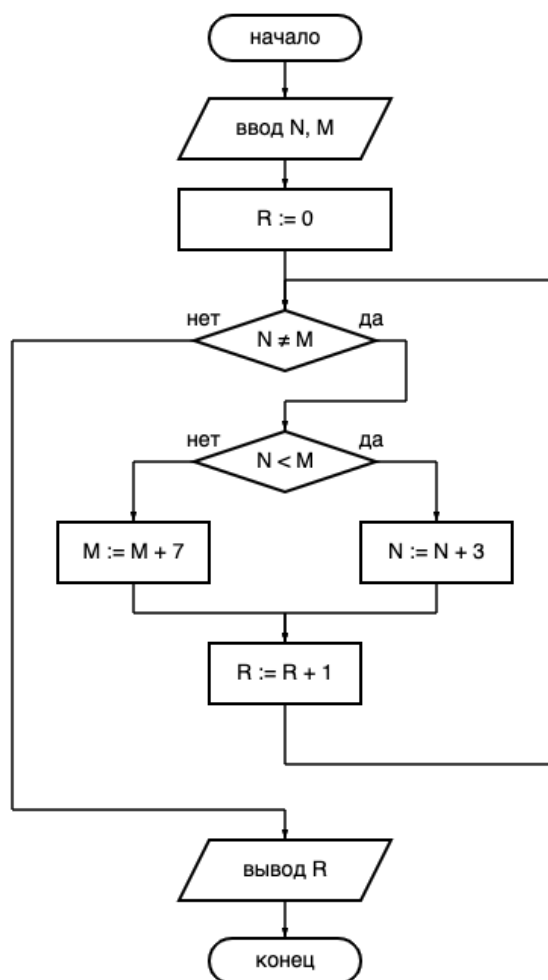
Ответ: 186.

Задача II.1.1.3. Сколько раз (11 баллов)

Темы: анализ алгоритмов.

Условие

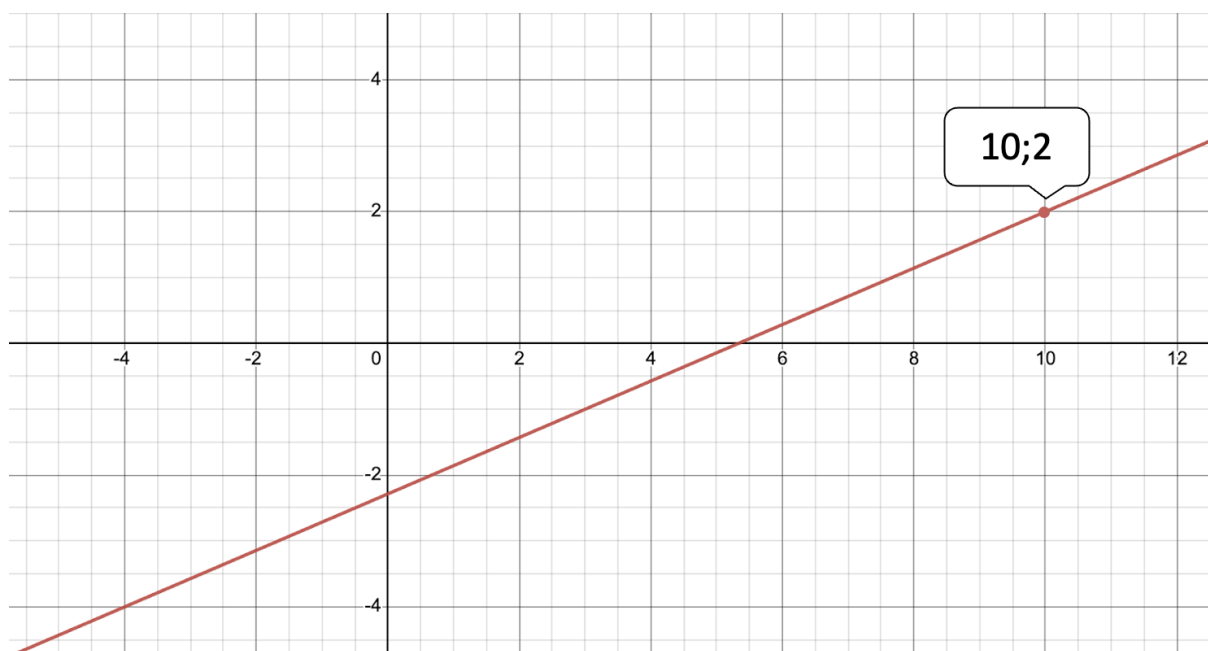
Дана блок-схема алгоритма. Какое число будет выведено, если на вход были поданы $N = 41$ и $M = 57$.

**Решение**

Начальные значения чисел $n = 41$ и $m = 57$. Как видно из алгоритма, программа будет прибавлять 3 к числу n (если $n < m$) и прибавлять 7 к числу m (если $m < n$) до тех пор, пока эти числа не станут равны. Значит сумма, прибавленная к числу n должна быть больше суммы прибавленной к числу m на $57 - 41 = 16$, из чего можно составить уравнение:

$$3x - 7y = 16.$$

Отсюда можно подобрать два таких целых, минимальных x и y , при которых это уравнение будет верно. Также можно построить график и найти, где он впервые проходит через целые положительные координаты.



Раз $x = 10$, а $y = 2$ то суммарное количество операций будет равно 12.

Ответ: 12.

Задача П.1.1.4. Дорога до работы (11 баллов)

Темы: графы.

Условие

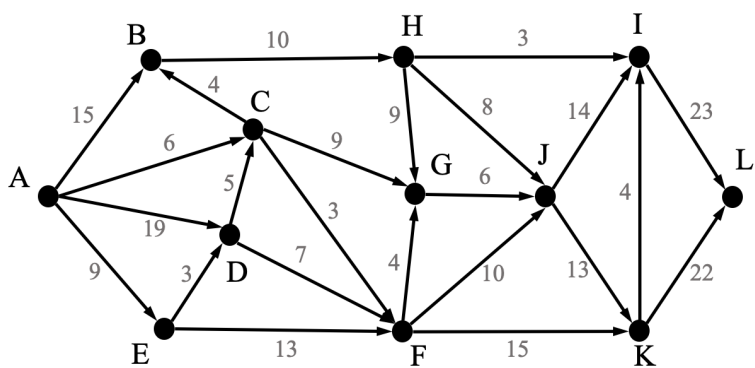
На рисунке приведена схема района «Северный», где каждая вершина графа, показанная латинскими буквами от A до L , обозначают объекты его инфраструктуры, а ребра — дороги между ними.

Гарантируется, что никаких других путей в этом районе нет и что двигаться можно лишь по направлению ребер, которое указано стрелками.

Рядом с каждой дорогой указана ее пропускная способность, которая показывает предельное количество машин, проходящих через эту дорогу за единицу времени.

Буквой A обозначен новый жилой комплекс, а буквой L — IT-парк, в который все ездят на работу с утра.

Ваша задача узнать — какое максимальное количество машин может проходить утром по дорогам этого района в единицу времени или же максимальную пропускную способность данного графа.

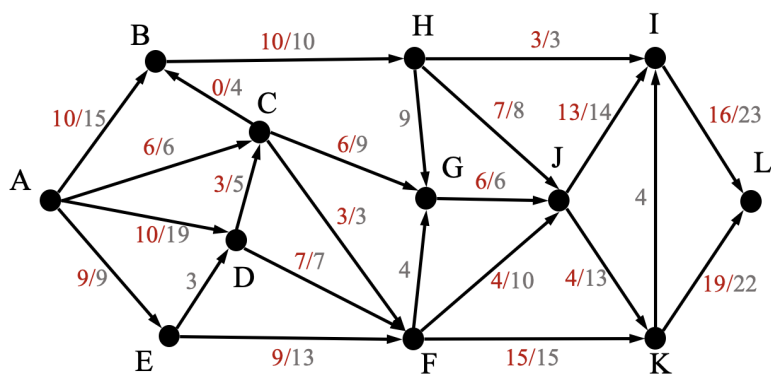


Решение

Для решения этой задачи воспользуемся теоремой **max-flow min cut** о максимальном потоке и минимальном разрезе, которая утверждает, что в сети потоков максимальный объем потока, проходящего от истока к стоку, равен общему весу ребер в минимальном разрезе, т. е. наименьший общий вес ребер, удаление которых отключило бы исток от стока.

Самым минимальным разрезом является удаление ребер BH , CF , DF , AE и GJ с суммой $10 + 3 + 7 + 9 + 6 = 35$, все другие разрезы отключающие исток от стока будут иметь большую сумму.

Стоит отметить, что данную задачу можно было решить и используя алгоритм Форда-Фалкерсона.



Ответ тоже получится $16 + 19 = 35$.

Ответ: 35.

Задача II.1.1.5. Уличный транспорт (14 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

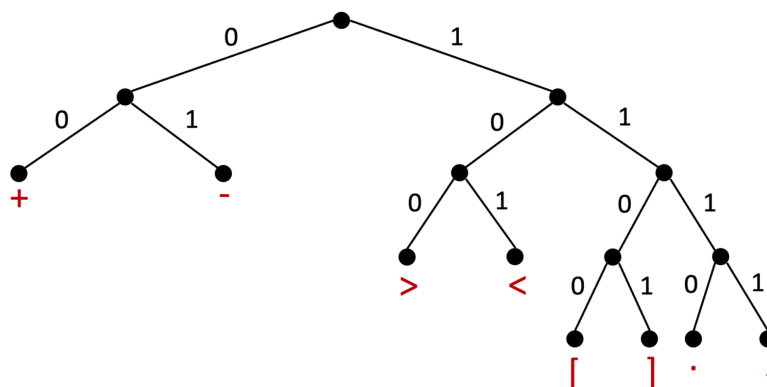
Даня и Ваня на уроке информатики получили очень странное задание. В нем им необходимо определить, какое минимальное количество информации будет содержать сообщение о способе перемещения случайного прохожего. Для этого они

простояли целые сутки на улице и поняли, что прохожие в основном передвигаются одним из пяти следующих вариантов: пешком, на самокате, велосипеде, скейтборде или роликах. Так как Ваня опаздывал на свидание, он решил, что все варианты транспорта равновероятны и убежал. Но Даня заметил одну особенность: пешеходы встречаются с вероятностью 50%, а прохожие на самокате, велосипеде, роликах и скейтбордах с вероятностью 12,5% каждый.

На сколько бит количество информации, содержащееся в сообщении о транспорте прохожего, которое посчитает Ваня, будет отличаться от количества информации, рассчитанного Даней?

Решение

При равномерном посимвольном кодировании Вани: мощность алфавита равна 8, так как всего 8 команд, для кодирования которых по формуле Хартли потребуется 3 бита. Всего в программе 100 символов, а значит, вся программа будет весить $3 \cdot 100 = 300$ бит при неравномерном кодировании Дани.



Тогда получается, что программа будет весить $2 \cdot 2 \cdot 32 + 3 \cdot 2 \cdot 6 + 4^4 \cdot 6 = 260$ бит, что на 40 меньше веса, полученного Ваней.

Ответ: 40.

Задача II.1.1.6. Нули и единицы (14 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Существует два целых числа x и y , удовлетворяющих выражению $x = 2^i - 1$, $y = 2^j - 1$, где $x \in [1; 64]$.

Определите, сколько существует вариантов выбрать x и y при следующих условиях:

1. $x > y$.
2. Произведение данных чисел в двоичной записи содержит хотя бы одну единицу и хотя бы один ноль.

3. Произведение данных чисел в двоичной записи имеет разницу между количеством единиц и нулей не более 13.

Решение

По условию у нас есть два числа $x = 2^i - 1$, $y = 2^j - 1$, где $1 \leq i, j \leq 54$.

Зная, что любое число $z = 2^n - 1$, где $n \in \mathbb{N}$, выглядит как n единиц:

$$2^3 - 1 = 111_2$$

$$2^4 - 1 = 1111_2$$

и так далее, делаем вывод, что наши числа — это тоже набор от 1 до 64 единиц в двоичной системе счисления.

Кроме того, заметим одно интересное свойство, что если перемножать числа такого вида друг на друга, то результат всегда будет содержать ровно столько нулей, сколько было единиц в меньшем числе, и ровно столько единиц, сколько их было в большем.

Например:

$$\begin{array}{r} \\ \\ \times \\ \hline \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \hline 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \end{array}$$

или

$$\begin{array}{r} \\ \\ \times \\ \hline \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \end{array}$$

Получается, что для выполнения третьего условия нам необходимо перемножать числа с разницей не более 13 разрядов. При этом для выполнения второго условия число j не должно быть 1, ведь любое число, умноженное на 1, не будет изменяться. А первое условие, что x всегда строго больше y , позволяет избежать повторы, взяв число y за меньшее левое число пары, а x — за большее правое.

Получается, что для $j = 2$ в пару можно взять любое $i \in [3; 15]$, и такое правило будет работать для всех $j \in [2; 51]$

Выходит, что на 50 вариантов взятия j существует по 13 вариантов взятия i , а это уже $50 \cdot 13 = 650$ пар.

Для каждого $j \geq 52$ количество возможных i будет уменьшаться, так как i не может быть больше 64, а значит, для $j = 52$ будет всего 12 возможных вариантов i , для $j = 53$ будет всего 11 возможных вариантов i и так далее, что выливается в арифметическую прогрессию: $12 + 11 + \dots + 2 + 1 = 78$ вариантов.

Всего получается $650 + 78 = 728$ пар.

Ответ: 728.

Задача II.1.1.7. Кольцевой сборщик (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

На некотором заводе решили расфасовать детали. Каждая деталь имеет свой размер, выраженный как целое число. Для фасовки сотрудники взяли кольцевой сборщик. Кольцевой сборщик — это некий механизм с ячейками разного размера, в которые можно положить деталь. Изначально выбрана для приема детали ячейка под номером 1, каждую секунду она сдвигается на следующую: через секунду будет выбрана для приема ячейка под номером 2, через две секунды — под номером 3 и так далее... Если сборщик дойдет до последней ячейки, он на следующем шагу окажется на ячейке под номером 1. Чтобы разместить деталь в сборщик, необходимо, чтобы размер выбранной для приема ячейки был равен размеру детали. Всего необходимо погрузить n деталей, каждая — имеет свой уникальный размер от 1 до n включительно. Сами они загружаются в сборщик по возрастанию, сначала с размером 1, потом с размером 2, и так далее до размера n включительно. Работники завода попросили у Вас помощи. Они сообщили вам, сколько у них деталей, а также порядок ячеек в кольцевом сборщике, и просят Вас написать программу, которая рассчитает, через сколько все детали будут погружены в кольцевой сборщик. Считайте, что деталь укладывается в кольцевой сборщик моментально.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано число n ($1 \leq n \leq 10^5$) — количество деталей.

Во второй строке записано n целых чисел s_i ($1 \leq s_i \leq n$) — последовательность размеров ячеек в кольцевом сборщике. Все размеры ячеек являются уникальными числами.

Выбранной при старте ячейкой считать первое число последовательности.

Формат выходных данных

Выведите одно число — количество времени, затраченное на расфасовку всех деталей.

Методика проверки

Программа проверяется на 20 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 3 1 4 2
Стандартный вывод
6

Пояснения к примеру

Первая на вход идет деталь с размером 1, чтобы добраться до ячейки с размером 1 необходимо затратить одну су: $3 \rightarrow 1$. Следующая на вход идет деталь с размером 2, чтобы добраться до ячейки с размером 2 необходимо затратить две сы: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$. Следующая на вход идет деталь с размером 3, чтобы добраться до ячейки с размером 3 необходимо затратить одну су: $2 \rightarrow 3$. Последняя на вход идет деталь с размером 4, чтобы добраться до ячейки с размером 4 необходимо затратить две сы: $3 \rightarrow 1 \rightarrow 4$. Итого было затрачено на расфасовку всех деталей 6 с.

Решение

Заведем отдельный список/словарь, который в качестве индексов будет использовать размеры деталей, а в качестве значений — индексы ячеек для деталей на ленте. Так как детали укладываются последовательно, пройдем циклом по деталям размерами от 1 до N включительно. На момент начала укладки мы расположены над ячейкой под номером 1. Для вычисления времени до нужной нам ячейки, зная, что лента меняет ячейку каждую секунду, воспользуемся следующей формулой «точка расположения ячейки для нужной детали — наше нынешнее положение». Тем самым мы вычислим расстояние до ячейки, что и будет эквивалентно в рамках нашей задачи времени до ячейки.

Если точка расположения нашей ячейки находится позади нашей позиции, пройдем полный круг по ленте, вернувшись в стартовое положение, и добавим расстояние до нужной ячейки: « N — наше нынешнее положение + точка расположения ячейки для нужной детали». После каждого перемещения по ленте обновляем нынешнюю позицию на точку, до которой мы дошли на этом шагу: «наше нынешнее положение = точка расположения ячейки для нужной детали». Суммируем все рассчитанные расстояния и получаем полное время, за которое мы обойдем всю ленту и уложим все детали.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n = int(input())
2 indexes = dict()
3 arr = list(map(int, input().split()))
4 for i in range(n):
5     indexes[arr[i]] = i
6     current_index = result = 0
7 for i in range(n):
8     if current_index < indexes[i + 1]:
9         result += indexes[i + 1] - current_index
10    else:
11        result += n + indexes[i + 1] - current_index
12    current_index = indexes[i + 1]
13 print(result)
```

Задача II.1.1.8. Кредиты в банке (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

В некотором банке регулярно проходит огромное количество транзакций в сутки. Все эти транзакции (без указания личных данных клиентов) отображаются в логах банка. Это сделано для того, чтобы можно было анализировать количество денег, которые клиенты внесли в банк. Как вы знаете, банки обладают возможностью выдавать кредиты своим клиентам, но они их выдают из денег, которые вложили другие клиенты. И, естественно, чтобы выдать кредит, банк должен иметь в наличии ту сумму, на которую он это хочет сделать. Нормальной системы контроля денег у банка, о котором у нас в задаче идет речь, нет, поэтому они это делают через логи. Они узнают по ним гарантированное количество уникальных денежных единиц, которое было зафиксировано, и тем самым определяют гарантированную сумму, которую могут выдать в кредит.

Вам был дан некий отрезок из логов этого банка. Каждый клиент закодирован уникальным номером. Определите, какое гарантированное количество уникальных денежных единиц есть у банка на кредит. Для подробного понимания, как высчитывается гарантированная величина уникальных денежных единиц, смотрите пояснение к примеру.

Формат входных данных

На вход программе в первой строке поступает целое число n $1 \leq n \leq 10^5$ — количество операций в логах. В следующих n строках записано по три целых числа $from$ ($1 \leq from \leq 500$), to ($1 \leq to \leq 500$), $from \neq to$, и $amount$ ($1 \leq amount \leq 10^9$) — клиенты, которые отправили и получили деньги соответственно, а также количество денежных единиц.

Формат выходных данных

Программа должна вывести одно число — гарантированное количество уникальных денежных единиц, которые были зафиксированы по логам.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3
1 2 50
2 3 30
3 1 40
Стандартный вывод
60

Пояснение к примеру

В примере первая транзакция производится между клиентами 1 и 2 на величину 50 денежных единиц. До этого эти деньги не были в логах, а значит, это 50 уникальных денежных единиц. Далее идет транзакция между клиентами 2 и 3 на величину 30 денежных единиц. Как мы знаем из первой транзакции, у клиента под номером 2 есть 50 денежных единиц, и, соответственно, эти 30 денежных единиц могли быть пересланы из этих 50, поэтому мы не можем заявлять, что это гарантировано уникальные денежные единицы. В случае, если клиент 2 отправит 30 денежных единиц клиенту 3, то у него может остаться $50 - 30 = 20$ денежных единиц. Следующая транзакция происходит между клиентами 3 и 1 на величину 40 денежных единиц. Так как у клиента 3 нам известно только 30 денежных единиц, которые были отправлены от клиента 2, то оставшиеся $40 - 30 = 10$ будут уникальными единицами денег, так как до этого о них речь нигде в логах не шла. Итого, у нас получается $50 + 10 = 60$ гарантировано уникальных денежных единиц.

Решение

Заведем некий список/словарь, который будет хранить, сколько на данный момент у клиентов денег, которые нам известны, а также переменную, в которую будем записывать количество уникальных денег. Изначально мы не знаем ни одной транзакции, следовательно, про каждого клиента мы знаем о наличии 0 денег. Запускаем цикл, в котором обрабатываем каждую транзакцию следующим образом: от отправителя мы вычитаем сумму денег, которая указана в переводе, которую он отправил, а получателю их начисляем. Если счет отправителя становится отрицательным, следовательно, были отправлены деньги, о которых мы ранее не знали, следовательно, обновляем значение уникальных денег, добавляя модуль отрицательного баланса (той части денег, о которых мы ранее не знали). После этого запишем на баланс отправителя, что у него 0 денег, так как больше нет неизвестных денег. Обработав все транзакции таким образом, в конце выводим переменную с количеством уникальных денег.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 n = int(input())
2 bank_accounts = dict()
3 unique_moneys = 0
4 for i in range(n):
5     from_user, to_user, amount = map(int, input().split())
6     if to_user not in bank_accounts:
7         bank_accounts[to_user] = 0
8     bank_accounts[to_user] += amount
9     if from_user not in bank_accounts:
10        bank_accounts[from_user] = 0
11    bank_accounts[from_user] -= amount
12    if bank_accounts[from_user] < 0:
13        unique_moneys += abs(bank_accounts[from_user])
14        bank_accounts[from_user] = 0
15 print(unique_moneys)

```

Вторая волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.1.2.1. Жилой дом (7 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Дан фрагмент таблицы базы данных некоторого жилого дома.

Таблица II.1.3: `livers`

id	first_name	last_name	birth	sex	flight_num
1	Ivan	Ivanov	25.05.1999	male	101
3	Ekaterina	Kuznetsova	04.02.1996	female	103
4	Aleksandr	Popov	06.04.1994	male	102
5	Elena	Vasilieva	03.11.1994	female	103
6	Sergei	Petrov	25.06.1984	male	102
7	Daniil	Sokolov	07.12.2000	male	102
8	Anastasia	Mikhailova	15.12.2002	female	103
9	Mikhail	Novikov	05.02.1993	male	103
10	Elizaveta	Fedorova	18.05.2004	female	104
11	Evgeniy	Morozov	26.09.2001	male	105
12	Semen	Volkov	16.08.1988	male	106
13	Vladislav	Alekseev	18.07.1981	male	104
14	Maksim	Lebedev	20.03.1988	male	106
15	Aleksandra	Semenova	27.06.1998	female	105
16	Kristina	Egorova	03.06.1999	female	107
17	Arina	Pavlova	21.05.1983	female	107
18	Dmitriy	Kozlov	07.05.1982	male	107
19	Danil	Stepanov	02.08.1986	male	108
20	Anna	Nikolaeva	20.04.1981	female	109
21	Rostislav	Orlov	27.03.1987	male	109

Таблица `livers` является информацией о пассажирах, которые проживают в доме.

В колонках:

- `id` — номер записи в таблице;
- `first_name` — имя проживающего;
- `second_name` — фамилия проживающего;
- `birth` — дата рождения;
- `sex` — пол проживающего: `male` — мужчина, `female` — женщина;
- `flat_num` — в какой квартире проживает человек.

Исходя из информации данной таблицы, определите, сколько есть потенциальных пар/семей в доме. Потенциальной парой/семьей будем называть таких проживающих, которые живут в одной квартире, имеют разный пол, а также разница их возрастов не превышает пять лет. В каждой квартире может проживать только одна пара, но не обязательно только два человека.

Решение

Учитывая, что в каждой квартире может проживать только одна пара, но не обязательно только два человека, надо проверить каждую квартиру на наличие хотя бы одной такой пары, удовлетворяющей условию задачи:

- 101: жители 1 и 2 разных полов с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 102: жители 4, 6 и 7 одинаковых полов — не подходит;
- 103: жители 3, 5, 8 и 9, при этом у жителей 5 и 9 разный пол с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 104: жители 10 и 13 разных полов с разницей в возрасте более пяти лет — не подходит;
- 105: жители 11 и 15 разных полов с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 106: жители 12 и 14 одинаковых полов — не подходит;
- 107: жители 16, 17 и 18, при этом у жителей 17 и 18 разный пол с разницей в возрасте менее пяти лет — подходит;
- 108: житель 19 — не подходит;
- 109: жители 20 и 21 разных полов с разницей в возрасте более пяти лет — не подходит.

Итого получается четыре пары.

Ответ: 4.

Задача II.1.2.2. Десятки (9 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Назовите максимальную систему счисления, где для чисел 10^i ($1 \leq i \leq 9$) при переводе в выбранную систему счисления их длина равна i .

Решение

Чтобы выполнялось условие, описанное в задаче, необходимо подставить под i максимальное значение (в рамках задачи это 9), и выбирать систему счисления до того момента, пока длина числа 10^i в некоторой системе счисления равна i . После того, как условие не будет выполняться, число никак не увеличится в размере, а, следовательно, не будет больше систем счисления, удовлетворяющих условию.

Так как длина числа 10^9 в десятичной системе счисления больше 9, начнем с 11-ричной системы счисления:

11-ричная система счисления — $10^9 = 47352388a$ (длина 9).

12-ричная система счисления — $10^9 = 23aa93854$ (длина 9).

13-ричная система счисления — $10^9 = 12c23a19c$ (длина 9).

14-ричная система счисления — $10^9 = 96b4b6b6$ (длина 8) — условие не выполнено.

Максимальная система счисления 13-ричная.

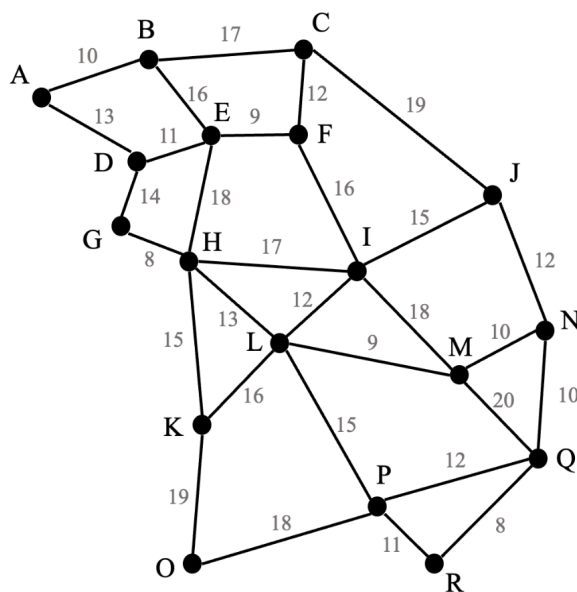
Ответ: 13.

Задача II.1.2.3. Дорожные работы (11 баллов)

Темы: теория графов.

Условие

Министерству транспорта некоторого города поступил запрос с обновлением асфальтоукладочного покрытия между важными элементами инфраструктуры. Однако совсем скоро зима, поэтому автомагистрали и дороги нужны проложить как можно скорее. Все возможные варианты прокладки дорог с требуемым для этого временем указаны на рисунке.



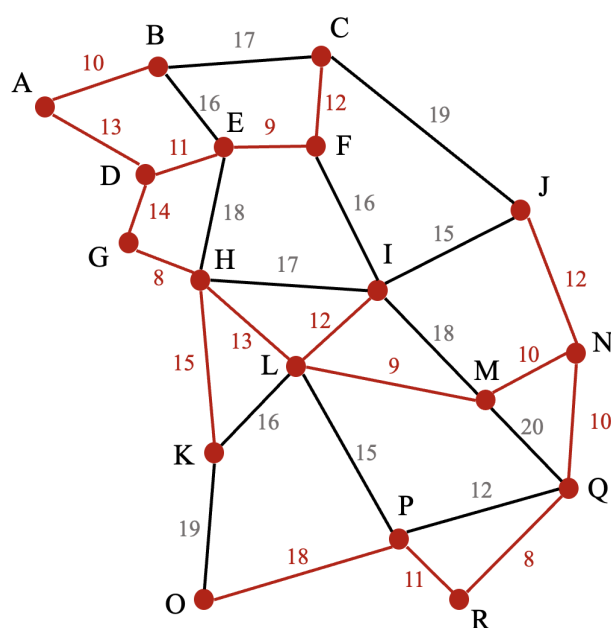
Главным условием является то, что до каждого из зданий должна быть проложена хотя бы одна дорога.

Определите минимальное время, которое потребуется на асфальтирование этого города.

Решение

Для решения этой задачи достаточно построить минимальное остовное дерево графа. Самый простой способ сделать это — воспользоваться алгоритмом Краскала, который каждый раз берет ребро с минимальным весом и, если такое взятие не образует цикла, присоединяет его к скелету.

Получим такую картину.



Ответ: 195.

Задача II.1.2.4. Необычный отель (11 баллов)

Темы: анализ алгоритмов.

Условие

Ваня поехал в отпуск и заселился в очень необычный отель. В нем ровно 9999 номеров. Перед заселением все двери этих номеров открыты, а странный консьерж каждый раз после уборки номера меняет состояние двери: с открытой на закрытую и наоборот, чтобы проветривать комнату. При этом сначала он делает уборку во всех комнатах с номерами кратными 1, потом — 2, потом — 3 ... и так до 9999.

Определите самый большой номер комнаты, который будет открыт после уборки.

Решение

Из условия известно, что консьерж проходит номера последовательно их кратности (сначала номера с кратностью 1, затем с кратностью 2 и т. д.).

Сделаем вывод: сколько раз номер в отеле кратен некоторым числам, столько раз его и посетят. Все числа, на которые номер комнаты кратен — это делители нашего номера, следовательно, сколько делителей у номера комнаты — столько раз ее и посетят.

Определим, в каком порядке происходят действия с дверьми:

- каждую нечетную операцию дверь меняет свое состояние с открытой на закрытую;
- каждую четную операцию дверь меняет свое состояние с закрытой на открытую (дверь будет закрыта, так как до этого была нечетная операция).

Следовательно, номер с последней закрытой дверью — это самое большое число номера, над которым проведено нечетное количество операций, или, исходя из ранее выведенного условия, нечетное количество делителей.

Нечетное количество различных делителей имеют только числа, которые являются квадратами (например, $4 = 2^2$, $81 = 9^2$). Следовательно, найдем самый большой квадрат, который меньше 9999. Ближайший полный квадрат к 9999, это $10000 = 100^2$. 10000 является большим результатом, поэтому возьмем меньший на единицу (минимальный шаг) квадрат: $(100 - 1)^2 = 99^2 = 9801$. $9801 < 9999$, а также является наибольшим квадратом, так как следующий квадрат уже превышает номер последней комнаты.

Ответ: 9801.

Задача II.1.2.5. Футбольный турнир (14 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

В этом году проходит ежегодный футбольный турнир среди Assembler-программистов. Ежегодно это соревнование объединяет миллионы людей со всего мира, каждый с нетерпением ждет его проведения. Сейчас на соревнование было зарегистрировано 512 команд. Все соревнование проходит в три этапа: отборочный этап, групповой этап и финальный этап. Во время отборочного этапа проходит четыре стадии турнира: $\frac{1}{256}$, $\frac{1}{128}$, $\frac{1}{64}$ и $\frac{1}{32}$. Все матчи проходят по 90 мин основного времени, и, в случае ничейного результата, добавляется дополнительное время 30 мин. Если после 120 мин матча не удастся выявить победителя, проходит серия пенальти.

После отборочного этапа остается 32 команды, и они попадают в групповой этап. Все эти команды случайным образом распределяются по восьми группам, и в процессе этапа они сыграют каждый с каждым по два раза, то есть любая команда на этой стадии сыграет 6 матчей. Во время группового этапа матчи проходят только по 90 мин, независимо от результата.

По итогам группового этапа в финальную стадию проходит 16 лучших команд, и они начинают играть за кубок футбольного ассемблера. Всего проходит 4 стадии: $\frac{1}{8}$,

$\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и финал, матча за третье место нет. Во время финальной стадии сохраняются те же правила проведения матчей, что и в отборочном этапе: 90 + 30 + серия пенальти.

Данный турнир проводится не первый год, и организаторы прекрасно знают из своей статистики, что в дополнительное время в отборочном этапе заканчивается не более 10% матчей, а также не более 20% матчей в финальном этапе.

Организаторы хотят, чтобы весь турнир прошел на высшем уровне и без нареканий, но у них возник вопрос: сколько памяти надо выделить, чтобы гарантировано сохранить все результаты матча. Организаторы хотят хранить отчеты по матчам поминно, выделяя на каждую мину по 2 байта. Серию пенальти они решили не хранить, а записывать гол на счет победителя на 120 минуте. Каждый этап соревнования хранится отдельно, независимо от других, в килобайтах. Исходя из статистических данных процентов матчей, заканчивающихся в основное или дополнительное время, а также формата турнира, рассчитайте, какое минимальное целое количество памяти нужно выделить в килобайтах, чтобы гарантировано удалось сохранить все результаты турнира поминно.

Считать, что 1 Кбайт равен 1024 байтам.

Решение

Для сохранения матча длительностью 90 мин потребуется 180 байт, для 120-минутного матча — 240 байт.

Отборочный этап

В $\frac{1}{256}$ стадии пройдет $\frac{512}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 256 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 256 команд.

В $\frac{1}{128}$ стадии пройдет $\frac{256}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 128 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 128 команд.

В $\frac{1}{64}$ стадии пройдет $\frac{128}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 64 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 64 команды.

В $\frac{1}{32}$ стадии пройдет $\frac{64}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 32 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 32 команды.

Всего за отборочную стадию пройдет $256+128+64+32 = 480$ матчей, не более 10% из которых могут закончиться в дополнительное время с серией пенальти: $480 \cdot 0,1 = 48$ матчей; в основное время закончится: $480 - 48 = 432$ матча.

Следовательно, для хранения данных о матчах в отборочном этапе потребуется: $432 \cdot 180 + 48 \cdot 240 = 89280$ байт.

Групповой этап

Всего будет 32 команды, поделенных равномерно на 8 групп, следовательно, в каждой группе по 4 команды. Каждая команда сыграет друг против друга по два раза, следовательно, всего будет 6 туров между командами, а в каждом туре будет по 2 матча. Посчитаем, сколько матчей будет проведено всего: $6 \cdot 2 \cdot 8 = 96$ матчей. Все матчи пройдут только в основное время: $96 \cdot 180 = 17280$ байт.

Финальный этап

В $\frac{1}{8}$ стадии пройдет $\frac{16}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 8 матчей, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 8 команд.

В $\frac{1}{4}$ стадии пройдет $\frac{8}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 4 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 4 команды.

В $\frac{1}{2}$ стадии пройдет $\frac{4}{2}$ (количество команд, участвующих в матче) = 2 матча, и, следовательно, в следующую стадию пройдет 2 команды.

В финале пройдет всего 1 матч.

Всего за финальную стадию пройдет $8 + 4 + 2 + 1 = 15$ матчей, не более 25% из которых могут закончиться в дополнительное время с серией пенальти: $15 \cdot 0,25 = 3,75$ матча. Так как в условии задачи указано **не более**, то округляем в меньшую сторону: 3 матча; в основное время закончится: $15 - 3 = 12$ матчей.

Следовательно, для хранения данных о матчах в отборочном этапе потребуется: $12 \cdot 180 + 3 \cdot 240 = 2880$ байт.

Переведем все значения из байт в КБайт:

- для хранения отборочного этапа потребуется $89280/1024 = 87,1875 = 88$ Кбайт;
- для хранения группового этапа потребуется $17280/1024 = 16,875 = 17$ Кбайт;
- для хранения финального этапа потребуется $2880/1024 = 2,8125 = 3$ Кбайт.

Всего для хранения таблицы потребуется: $88 + 17 + 3 = 108$ Кбайт.

Ответ: 108.

Задача II.1.2.6. Фиктивные переменные (14 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Дана логическая функция, состоящая из семи переменных:

$$(((a \wedge b) \vee (\neg a \wedge (\neg a \vee e) \wedge b)) \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c)), \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Фиктивными переменными называются те переменные, которые не влияют на результат функции. Выясните, какие переменные являются фиктивными. В ответе укажите их в любом порядке слитно, без пробелов, запятых и иных знаков. Гарантируется, что есть минимум две фиктивные переменные, а также существует хотя бы одна переменная, от которой зависит результат функции.

Решение

Преобразуем выражение:

$$\neg a \wedge (\neg a \vee e) = \neg a.$$

Рассмотрим левую часть, заметим, что:

$$(((a \wedge b) \vee (\neg a \wedge b)) \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Теперь обратим внимание на $(a \wedge b) \vee (\neg a \wedge b)$, потому что по свойству склеивания это будет просто b :

$$((b \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge d) \vee (e \wedge \neg c)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g)).$$

Во второй скобке можно заметить общий множитель $\neg c$, который можно вынести за скобки (свойство дистрибутивности):

$$((b \rightarrow (c \wedge (d \vee e)) \vee (\neg c \wedge (d \vee e)))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Далее общий множитель $(d \vee e)$, который тоже можно вынести за скобки (свойство дистрибутивности):

$$((b \rightarrow (d \vee e) \wedge (c \vee \neg c))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Здесь $c \vee \neg c = 1$, а значит функция принимает вид:

$$((b \rightarrow (d \vee e))) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Уберем лишние скобки:

$$(b \rightarrow (d \vee e)) \wedge (\neg f \vee (g \wedge f) \vee \neg g).$$

Теперь преобразуем правую часть, по закону поглощения:

$$\neg f \vee (g \wedge f) = \neg f \vee g,$$

после этого логическое выражение имеет следующий вид:

$$(b \rightarrow (d \vee e)) \wedge (\neg f \vee g \vee \neg g).$$

Так как $g \vee \neg g = 1$, то и вся скобка тоже превращается в 1, следовательно, функция принимает вид:

$$\neg b \vee d \vee e.$$

Значит, фиктивными переменными являются a , c , f , g .

Ответ: $acfg$.

Задача II.1.2.7. Прогнозирование (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Сегодня проходит финал по перетягиванию каната. В нем принимают участие две команды: синих и красных. Обе команды проделали большой путь до этого финала ради призового фонда с конфетами. Но на днях команда красных предложила главному тренеру команды синих конфеты за то, чтобы они проиграли. И те и другие будут в плюсе, ведь тогда команда красных заберет призовой фонд, а команда синих получит гарантированные конфеты за проигрыш.

После того как он получил конфеты, руководители команды красных попросили узнать, сколько матчей они смогут гарантированно проиграть. Они дали ему один день на обдумывание, чем он и занялся. Тренер помнит, что финал проходит по следующим правилам: от команды представляются n человек, и в рамках финала

проходит также n матчей. В первом матче канат тянут по одному человеку с каждой стороны, во втором матче канат тянут по два человека с каждой стороны, на третий три, и так далее до того, пока канат не будут тянуть с каждой стороны по n человек. Побеждает в матчах та команда, у которой больше суммарная сила на сторону. Если силы равны, объявляется ничья. Тренер знает силы и своей команд, и команды соперника, и вправе на каждый матч сам решать, кто участвует за команду синих. Также он знает, что команда красных будет ставить максимально оптимально своих участников на матчи.

Исходя из этого, он просит вас написать программу, которая посчитает, какое максимальное количество матчей он может проиграть, если будет сам решать кто в каком матче участвует.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано целое число n ($1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$) — количество участников в каждой команде и одновременно количество матчей в финале. Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i \leq 10^9$) — силы участников команды синих. В третьей строке записано n целых чисел b_i ($1 \leq b_i \leq 10^9$) — силы участников команды красных.

Формат выходных данных

Выведите одно целое число — максимальное количество матчей, которое команда синих может проиграть.

Методика проверки

Программа проверяется на 20 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 0,5 балла. Тесты из условия задачи при проверке не используются.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5
2 3 1 4 3
1 2 1 2 2
Стандартный вывод
2

Пояснения к примеру

Команда синих может проиграть первых два матча. В первом матче они поставят участника с силой 1 против участника команды красных с силой 2.

Во втором матче они поставят участников с силой 1 и 2 против участников команды красных с силами 2 и 2.

В третьем матче можно сделать ничью, но проиграть не получится. В четвертом и пятом матче команда синих может только выиграть.

Решение

Отсортируем силы участников обеих команд. Также создадим две переменные, в которых будут храниться суммарные силы участников команд на определенный раунд. Эти суммы на каждый раунд будут наполняться следующим образом: в команду синих мы будем добавлять самого слабого свободного участника из команды, в то время как в команду красных мы будем добавлять самого сильного свободного участника из команды. Тем самым мы постоянно будем задавать команде синих наиболее слабый состав на каждый раунд, а команде красных, наоборот, наиболее сильный. Посчитаем, в скольких случаях команда синих была слабее команды красных, и выведем данный результат.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n = int(input())
2 blue_team = sorted(list(map(int, input().split())))
3 red_team = sorted(list(map(int, input().split())))
4 blue_sum = 0
5 red_sum = 0
6 res = 0
7 for i in range(n):
8     blue_sum += blue_team[i]
9     red_sum += red_team[-i - 1]
10    if blue_sum < red_sum:
11        res += 1
12 print(res)
13
```

Задача II.1.2.8. Магические ключи (17 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Даня попал в магический коридор, в котором он видит n дверей с разными замочными скважинами. Незнакомый голос говорит ему повернуть голову влево, что он без каких-либо сомнений делает. Перед ним открылась следующая картина: стоит стол, а на нем — неограниченное количество m видов ключей, а также карта, на которой расписано, какая дверь каким ключом открывается.

Все бы ничего, но Даня снова услышал неизвестный голос, который произнес следующие слова: «Эти ключи не простые, а магические. Как только ты используешь ключ, у тебя есть k у. е. времени, чтобы воспользоваться им повторно, иначе он разрушится. Но если ты повторно воспользуешься ключом, он обновится, и у тебя снова будет k у. е. времени, чтобы им воспользоваться повторно. Каждая дверь

открывается ключом за 1 у. е. времени. Если ты хочешь выбраться из этого коридора, воспользуйся картой и собери все ключи, которые тебе нужны, иначе ты здесь останешься на века».

В этой ситуации каждый будет брать все и как можно больше, но не Даня. Он решил быть рациональным и не забивать все карманы ненужными ключами. Он отправил вам по «аське» карту и информацию про все магические свойства ключей, и просит написать программу, которая рассчитает минимальное количество ключей каждого вида, которые должен взять Даня, а также их суммарное количество.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано три целых числа n ($1 \leq n \leq 10^6$), m ($1 \leq m \leq 1000$) и k ($1 \leq k \leq 2000$) — количество дверей, ключей и время действия ключа после первого использования соответственно.

Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i \leq m$) — номер ключа, которым можно открыть дверь под номером i . Гарантируется, что на каждый вид ключа будет не более 1000 дверей, которые им открываются.

Формат выходных данных

Выведите в первой строке одно число — общее количество ключей, которое необходимо с собой взять. Во второй строке выведите n чисел — сколько ключей надо взять на каждый вид по отдельности. Вывод количества ключей идет по порядку: сначала количество ключей с номером 1, затем — с номером 2, и так далее.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 2 2
2 1 2 2 1
Стандартный вывод
3
2 1

Пояснение к примеру

Для открытия первой двери нужен новый ключ с номером 2. Для открытия второй нужен новый ключ с номером 1. Для открытия третьей двери мы можем воспользоваться ранее взятым ключом 2, так как его время действия еще не закончилось еще. Для открытия четвертой двери воспользуемся ранее взятым ключом 2, так как мы его на предыдущей двери обновили, и теперь отсчет его времени действия начался снова. Для открытия пятой двери нужен новый ключ с номером 1, так как предыдущий ключ потерял свое действие. Итого нам нужно два ключа с номером 1 и один ключ с номером 2.

Решение

Создадим отдельный список/словарь, в который будем записывать в качестве индексов/ключей номера ключей от дверей, а в качестве значений под индексами/ключами будет храниться список индексов дверей, которые открываются этими ключами. После этого запускаем цикл, доставая индексы дверей по определенному ключу и вычисляем, сколько нужно ключей определенного типа, чтобы открыть все двери, которые подходят под него. Для того чтобы понимать, нужен новый ключ или нет, воспользуемся следующим условием: если разница между позицией двери и предыдущей двери, открываемой данным ключом, больше времени активности ключа, то требуется новый ключ, в ином случае нет. Если у нас есть хотя бы одна дверь, которая открывается определенным типом ключа, нужно взять минимум один ключ, в ином случае ключи не нужны. Суммируем количество раз, сколько раз, исходя из условия, потребовалось взять еще ключей для дверей, а также добавляем один (чтобы взять первый ключ для дверей). Сохраняем для двери в списке данный результат. В итоге проходимся по всем ключам и дверям для них и выводим сумму всех ключей, а также по отдельности необходимое количество ключей.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1  n, m, active_time = map(int, input().split())
2  keys = list(map(int, input().split()))
3  arr = [[] for i in range(m)]
4  for i in range(n):
5      arr[keys[i] - 1].append(i)
6  res = 0
7  count_keys = []
8  for doors_by_someone_key in arr:
9      count_keys.append(0)
10     if len(doors_by_someone_key) == 0:
11         continue
12     prev_door = doors_by_someone_key[0]
13     res += 1
14     count_keys[-1] += 1
15     for door in doors_by_someone_key:
16         if door - prev_door > active_time:
17             res += 1
18             count_keys[-1] += 1
19             prev_door = door
20 print(res, count_keys, sep='\n')
```

Третья волна. Задачи 8–11 класса

Задача П.1.3.1. Аренда авто (7 баллов)

Темы: базы данных.

Условие

Даны фрагменты двух таблиц базы данных некоторой каршеринговой компании.

Таблица II.1.4: Операции

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
1	Данил	Смирнов	м	03.08.2023	104	242	Есть
2	Екатерина	Кузнецова	ж	04.08.2023	106	314	Нет
3	Сергей	Попов	м	06.08.2023	105	147	Есть
4	Анастасия	Васильева	ж	08.08.2023	103	150	Нет
5	Елизавета	Штольц	м	10.08.2023	103	219	Есть
7	Дмитрий	Солоков	м	10.08.2023	10	300	Нет
8	Елена	Новикова	ж	12.08.2023	103	258	Есть
9	Михаил	Федоров	м	17.08.2023	10	294	Есть
10	Филипп	Морозов	м	18.08.2023	102	190	Нет
11	Евгений	Волков	м	20.08.2023	101	178	Нет
12	Владислав	Алексеев	м	25.08.2023	103	218	Нет
13	Максим	Лебедев	м	25.08.2023	102	176	Нет
14	Александра	Семенова	ж	28.08.2023	104	315	Есть
15	Арина	Егорова	ж	01.09.2023	102	233	Есть
16	Кристина	Павлова	ж	03.09.2023	101	166	Есть
17	Даниил	Казаченко	м	03.09.2023	102	252	Нет
18	Иван	Козлов	м	04.09.2023	101	323	Есть
19	Агата	Орлова	ж	06.09.2023	106	181	Нет
20	Владимир	Николаев	м	06.09.2023	101	271	Нет
21	Ростислав	Никифоров	м	07.09.2023	106	199	Есть

Таблица II.1.5: Автомобили

id	id авто	Марка	Модель	Номер	Год выпуска	Тип двигателя
1	101	Renault	Kaptur	K123ДЖ 50	2019	бензиновый
2	102	Renault	Logan	K015ТИ 50	2019	бензиновый
3	103	Skoda	Octavia	K329ЮТ 50	2019	дизельный
4	104	Skoda	Octavia	K841ГМ 50	2018	бензиновый
5	105	Audi	A3	K418ДВ 50	2013	дизельный
6	106	Renault	Kaptur	K641ЛТ 50	2017	бензиновый

Таблица **Операции** является информацией о арендаторах, которые воспользовались услугами каршеринговой компании.

В колонках:

- id — номер записи в таблице;
- имя — имя клиента;
- фамилия — фамилия клиента;
- пол — пол клиента;
- дата аренды — дата, когда клиент арендовал автомобиль;
- id авто — номер автомобиля, который арендовал клиент;
- сумма аренды — итоговая сумма аренды автомобиля клиентом;
- штраф — имеет ли клиент штраф за поездку.

Таблица **Автомобили** является информацией об автомобилях компании.

В колонках:

- id — номер записи в таблице;
- id авто — номер автомобиля, который арендовал клиент;
- марка — марка автомобиля;
- модель — модель автомобиля;
- номер — серийный номер автомобиля;
- год выпуска — год, когда был выпущен автомобиль;
- тип двигателя — тип двигателя автомобиля (бензиновый или дизельный).

Исходя из информации данных таблиц, определите, на сколько больше денег заработала компания на мужчинах, которые арендовали бензиновые автомобили, по сравнению с женщинами, арендовавшими дизельные?

Решение

Автомобили с бензиновыми двигателями имеют id 101, 102, 104, 106.

Автомобили с дизельными двигателями имеют id 103, 105.

Найдем всех мужчин, которые арендовали автомобили с id 101, 102, 104, 106:

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
1	Данил	Смирнов	м	03.08.2023	104	242	Есть
7	Дмитрий	Солоков	м	10.08.2023	101	300	Нет
10	Филипп	Морозов	м	18.08.2023	102	190	Нет
11	Евгений	Волков	м	20.08.2023	101	178	Нет
13	Максим	Лебедев	м	25.08.2023	102	176	Нет
17	Даниил	Казаченко	м	03.09.2023	102	252	Нет
18	Иван	Козлов	м	04.09.2023	101	323	Есть
20	Владимир	Николаев	м	06.09.2023	101	271	Нет
21	Ростислав	Никифоров	м	07.09.2023	106	199	Есть

Суммарно получается 2131 руб. Теперь найдем сколько компания заработала на девушках, арендовавших машины с id 103 и 105.

id	Имя	Фамилия	Пол	Дата аренды	id авто	Сумма аренды	Штраф
4	Анастасия	Васильева	ж	08.08.2023	103	150	Нет
8	Елена	Новикова	ж	12.08.2023	103	258	Есть

Итого выходит 408 руб. А значит компания заработал на мужчинах на $2131 - 408 = 1723$ руб. больше.

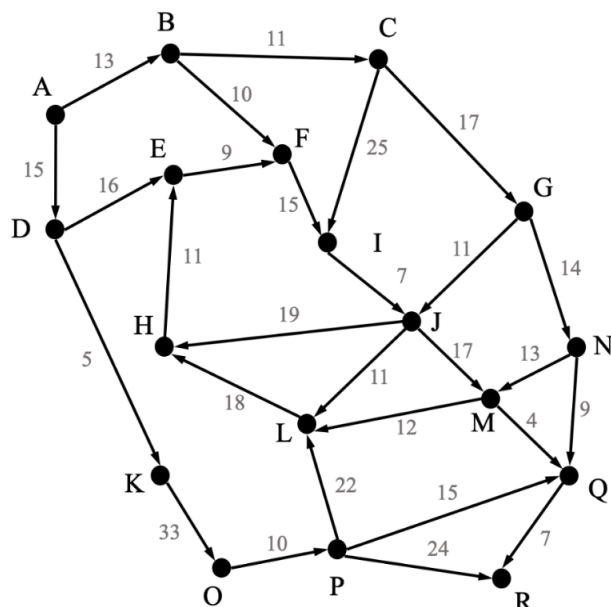
Ответ: 1723.

Задача II.1.3.2. Гонщик (9 баллов)

Темы: теория графов.

Условие

Даня и Ваня играют в одну известную видеоигру «Нужна скорость». Они прошли ее практически всю, за исключением последней сложной миссии. Им нужно как можно дольше скрываться от преследования на время. После многих безуспешных попыток они решили нарисовать карту гоночной локации, которая приведена на рисунке.

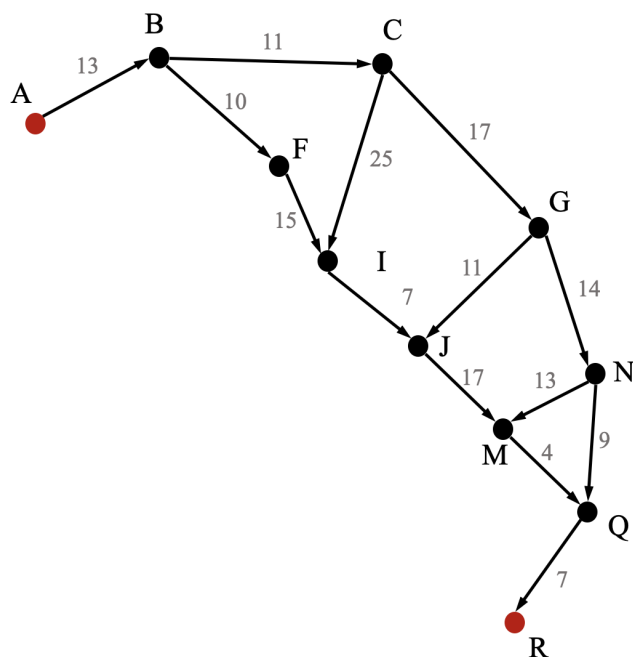


Стартом заезда считается пункт A , а финишем пункт Q . Они замерили максимальное время, которое им удастся продержаться на каждом дорожном участке. После замеров Даня и Ваня просят у вас помощи. Найдите максимально возможное время заезда при условии, что через каждый пункт можно проезжать только один раз и двигаться разрешено только в том направлении, куда указана стрелка.

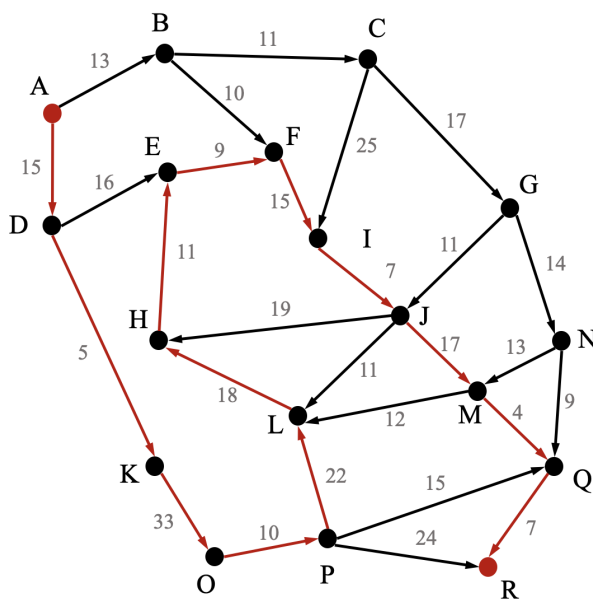
Решение

Заметим, что в графе присутствуют циклы, поэтому попытаемся их разобрать. Очевидно, что после старта есть два основных направления: либо в пункт D (направо), либо в пункт D (вниз).

Если мы идем в пункт B , то мы никогда не сможем попасть в пункт L и H , потому что они вынудят нас пройти через один пункт несколько раз, поэтому картина возможных путей там выглядит очень просто.



Однако если мы идем в пункт D, то мы можем захватить пункт L и H при этом также захватывая и другие пункты из правой части графа.



Применяя обратный алгоритм Дейкстры, сравниваем оба варианта и получаем, что самый долгий путь был на второй картинке, и он составляет 173.

Ответ: 173.

Задача II.1.3.3. Киновечер (11 баллов)

Темы: кодирование.

Условие

Недавно Даня и Ваня ходили в кино на показ новой короткометражки «Опенгеймер».

Они, конечно, были впечатлены актерской игрой и сюжетом, но больше всего им стало интересно, какое же максимальное количество цветов используется в картине. Они решили воспользоваться приложением для скачивания фильмов «Толлент». Из него они узнали, что суммарно произведение весит около 17 Гб при разрешении 1280×720 и частоте кадров 25 к/с, при этом сама картина длится приблизительно 20 мин, а звук кодировался отдельно и весит 1 Гб памяти.

Из этих данных определите, какое максимальное количество цветов могло использоваться в кадре.

Учтите, что в данной задаче:

- 1 Гб = 1024 Мб;
- 1 Мб = 1024 Кб;
- 1 Кб = 1024 Байта.

Решение

Первым делом определим общий объем памяти, в который необходимо уложиться для кодирования визуальной составляющей фильма. Если звук занимает 1 Гб, а весь фильм целиком — 17 Гб, то на кодирование картинки остается 16 Гб.

Вес одного любого кадра фильма будет составлять $1280 \cdot 720 \cdot i$, где i — глубина цвета. Видео — это набор картинок, которые показываются с частотой 25 кадров в секунду (по условию) на протяжении 20 мин (также по условию), вес всего видеофайла можно записать как $V = 1280 \cdot 720 \cdot i \cdot 25 \cdot 20 \cdot 60$.

Выражаем отсюда неизвестную i , а вместо V подставляем найденные 16 Гб, предварительно переведенные в биты:

$$i \leq \frac{16 \cdot 2^{33}}{1280} \cdot 720 \cdot 25 \cdot 20 \cdot 60,$$

$$i \leq 4,971.$$

Очевидно, что глубина цвета быть дробной не может, и округлить в большую сторону ее тоже нельзя, т.к. мы превысим наш размер видео, значит, максимальное количество бит на кодирование цвета, которые мы можем взять, равно 4.

Количество цветов можно легко найти по формуле $N = i^2$, откуда следует, что оно равно 16.

Ответ: 16.

Задача II.1.3.4. Кубическая разница (14 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Существует некоторое четырехзначное число $x = abcd$ в четверичной системе счисления.

Кроме этого, есть его копия, записанная в обратном порядке, назовем ее $y = dcba$.

Сколько можно выбрать пар чисел x и y так, чтобы модуль их разности являлся кубом какого-либо целого числа?

Решение

По условию задачи имеется четверичное число x , которое можно так и представить $x = abcd$, где переменные $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита.

Кроме того имеется число y — инвертированная запись числа x , которая равна $y = dcba$, где переменные $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита.

Представляя числа в десятичной системе счисления, запишем уравнение, что разность чисел x и y равна кубу некоторого числа e :

$$(a \cdot 4^3 + b \cdot 4^2 + c \cdot 4^1 + d \cdot 4^0) - (d \cdot 4^3 + c \cdot 4^2 + b \cdot 4^1 + a \cdot 4^0) = e^3,$$

$$(64a + 16b + 4c + d) - (64d + 16c + 4b + a) = e^3,$$

$$64a + 16b + 4c + d - 64d - 16c - 4b - a = e^3,$$

$$63a + 12b - 12c - 63d = e^3,$$

$$63(a - d) + 12(b - c) = e^3.$$

Учитывая, что $a, b, c, d \in [0; 3]$, так как являются цифрами четверичного алфавита, как можно получить куб в разнице 63 и 12?

Такой вариант всего 1 и это: $63 - 12 \cdot 3 = 27$ Значит $a - d = 1, b - c = -3$.

Тогда подходит пара чисел (2031; 1302). И еще одна пара (3032; 2303).

Ответ: 2.

Задача II.1.3.5. Кубическая разница (14 баллов)

Темы: алгебра логики.

Условие

Даны две логической функции:

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow (x \wedge w \vee w \wedge x),$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee (e \wedge w \vee w \wedge \neg e)).$$

Определите, в скольких из всех возможных значений пяти переменных x, y, z, w, e результаты двух функций будут отличаться друг от друга?

Решение

Упростим обе функции.

Функцию $F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow (x \wedge w \vee \neg w \wedge x)(x \wedge w \vee \neg w \wedge x)$ можно упростить по свойствам дистрибутивности: $(x \wedge (w \vee \neg w))$ и $w \vee \neg w$ всегда будет истинно: $x \wedge 1 = x$.

Получим

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)) \rightarrow x.$$

$(y \wedge \neg z) \wedge (y \vee \neg e)$ можно расширить по свойствам дистрибутивности, приняв, что $(y \wedge \neg z) = a$, тогда получим:

$$a \wedge (y \vee \neg e) = (y \wedge a) \vee (\neg e \wedge a) = (y \wedge (y \wedge \neg z)) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z)).$$

Передвинем в левой части скобки по свойству ассоциативности:

$$((y \wedge y) \wedge \neg z) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z)).$$

Упростим $y \wedge y$ по свойству идемпотентности: $(y \wedge \neg z) \vee (\neg e \wedge (y \wedge \neg z))$.

Вернув $a = (y \wedge \neg z)$, упростим выражение по свойству поглощения:

$$a \vee (\neg e \wedge a) = a = (y \wedge \neg z),$$

$$F_1 = (\neg y \vee (y \wedge \neg z)) \rightarrow x.$$

В левой части выражения разложим выражение по свойству дистрибутивности:

$$\neg y \vee (y \wedge \neg z) = (\neg y \vee y) \wedge (\neg y \vee \neg z);$$

$(\neg y \vee y)$ всегда будет истинно:

$$1 \wedge (\neg y \vee \neg z) = \neg y \vee \neg z.$$

$$F_1 = (\neg y \vee \neg z) \rightarrow x.$$

Разложим импликацию:

$$(\neg y \vee \neg z) \rightarrow x = \neg(\neg y \vee \neg z) \vee x.$$

Применим на скобку закон Де Моргана: $y \wedge z \vee x$.

$$F_1 = y \wedge z \vee x,$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee (e \wedge w \vee w \wedge \neg e)).$$

$(e \wedge w \vee w \wedge \neg e)$ можно упростить по свойствам дистрибутивности:

$$(w \wedge (\neg e \vee e)); \neg e \vee e \text{ всегда истина: } w \wedge 1 = w.$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)) \wedge (\neg w \vee w) \neg w \vee w \text{ всегда истина: } 1.$$

$$F_2 = ((\neg x \vee \neg y \vee \neg z) \wedge (x \vee y \wedge z)).$$

Выражения упрощены до трех переменных, следовательно, две переменные не влияют на результат.

Также если менять значения этих переменных, то ответ, зависимый от трех других, будет повторяться.

Следовательно, ответы будут повторяться в 2^2 (выборка вариантов переменной $(0, 1)$ в степени количества переменных) = 4 раза.

Составим таблицу истинности.

x	y	z	F_1	F_2
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

Результат функций различается только в одном случае.

Так как у нас есть переменные, не влияющие на результат, но повторяющиеся значения функций четыре раза, умножим количество повторений на количество различающихся значений функций: $1 \cdot 4 = 4$.

Ответ: 4.

Задача II.1.3.6. Трасса (14 баллов)

Темы: программирование.

Условие

В новом современном городе строят новую современную скоростную трассу длиной s м. Ее необходимо оборудовать так, чтобы она могла выдерживать большое количество машин и чтобы она не создавала больших пробок и аварийных ситуаций. Поэтому было принято решение посмотреть на другой, аналогичный город с такой же успешной трассой и запросить с камер записи о том, сколько машин там фиксируется за день.

Всего с камер было получено n машин, и по каждой была информация во сколько она заезжает на трассу и с какой скоростью ехала в м/с. После получения этой информации было решено узнать максимальную нагрузку в какую-то из секунд на трассе. От этого значения они и хотят понимать, какую нагрузку должна выдерживать трасса. Вы, как опытный программист и сотрудник ИТ-отдела города, взяли за эту задачу.

Напишите программу, которая по этим данным опередит максимальную нагрузку на трассу в какую-то из секунд.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано два целых числа n ($1 \leq n \leq 10^5$) и s ($1 \leq s \leq 10^6$) — количество зафиксированных машин и длина трассы. В следующих n строках по два целых числа t ($1 \leq t \leq 10^6$) и v ($1 \leq v \leq s$) — время заезда на трассу и скорость на трассе в м/с соответственно.

Гарантируется, что длина трассы кратна каждой скорости во входных данных.

Формат выходных данных

Выведите одно число — максимальное количество машин на трассе в некоторую секунду.

Методика проверки

Первая машина заедет на третьей секунде и выйдет на 5: [3, 5).

Вторая машина заедет на второй секунде и выйдет на 8: [2, 8).

Третья машина заедет на первой секунде и выйдет на 13: [1, 13).

Четвертая машина заедет на пятой секунде и выйдет на 6: [5, 6).

Итого максимальное количество машин будет замечено на четвертой секунде. Одновременно на трассе будет первая, вторая и третья машины.

Примеры*Пример №1*

Стандартный ввод
4 60
3 30
2 10
1 5
5 60
Стандартный вывод
3

Решение

Определим два события, которые у нас возможны в задаче:

- машина заехала на трассу в определенный момент времени, обозначим это как $+1$ машина;
- машина выехала с трассы в определенный момент времени, обозначим это как -1 машина.

Каждое событие мы можем без особых проблем сохранять в массив и после работать с ним.

Первое событие мы можем сохранить в массив как пару (время заезда, 1), где время заезда — параметр из входных данных, а 1 — это аналог +1, дающий нам сигнал, что на трассе появилась новая машина.

Второе событие мы можем сохранить в массив как пару (время выезда, -1), где время выезда — это сумма времени заезда на трассу и длины трассы, поделенной на скорость машины, а -1 — сигнал о том, что машина выехала с трассы (-1 машина).

Отсортируем массив по первому параметру пар чисел: временам заезда и выезда с трассы. Тем самым мы получим последовательность действий на трассе. Запускаем цикл по массиву и, если действие равняется заезду машины, увеличиваем количество машин на трассе, в ином случае — уменьшаем.

Так как у нас действия помечены как 1 (+1) и -1, можем в количество машин добавлять именно их. Заведем отдельно переменную, в которой будем хранить максимальное количество машин, которое было за все время на трассе. Его мы будем обновлять после каждого действия следующим способом: если количество машин на трассе в определенный момент времени больше, чем записано в переменной, то обновляем ее значение.

По окончании цикла выводим максимальное количество машин, которое было зафиксировано.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```

1 n, s = map(int, input().split())
2 arr = []
3 for i in range(n):
4     time_in, speed = map(int, input().split())
5     arr.append((time_in, 1))
6     arr.append((time_in + s // speed, -1))
7 arr.sort()
8 max_cars_per_sec = 0
9 cur_cars_per_sec = 0
10 for i in range(2 * n):
11     cur_cars_per_sec += arr[i][1]
12     max_cars_per_sec = max(max_cars_per_sec, cur_cars_per_sec)
13 print(max_cars_per_sec)

```

Задача II.1.3.7. Игра +1 (14 баллов)

Темы: программирование.

Условие

Игра +1 — это современная, набирающая популярность игра в просторах интернета. Она завлекает всех своей простотой и желанием добиваться высоких результатов за минимальное количество действий.

Давайте немного познакомимся с ее сутью. Нам выложено некое поле размером $1 \times n$ клеток. В каждой клетке записано некоторое число.

Если на поле есть два одинаковых числа, то их можно объединить. Операция объединения удаляет два числа, над которыми была произведена операция, а также создает новое число (на одной из освободившейся клетке), которое на единицу больше удаленных.

Например, если была объединена пара двоек, то они будут удалены, а новым числом будет 3.

Игра считается законченной, если было получено некоторое загаданное число m или на поле больше нет одинаковых чисел.

Как мы обсудили ранее, игроки хотят побеждать за минимальное количество действий. Так как единственное действие, которое существует — это объединение, то, соответственно, побеждать за минимальное количество объединений. Один из игроков решил считать и попросил вас написать ему программу, которая, исходя из поля, будет определять, сколько минимально чисел с первоначального поля надо объединить между собой, чтобы закончить игру, или выведите -1 , если невозможно собрать нужное число.

В ответе не учитывайте объединения между новыми числами, которые получаются после объединения.

Формат входных данных

В первой строке входных данных записано два целых числа n ($1 \leq n \leq 10^6$) и m ($2 \leq m \leq 100$) — количество чисел и цель, которую надо получить.

Во второй строке записано n целых чисел a_i ($1 \leq a_i < 100$, $\max(a) < m$) — числа на поле.

Формат выходных данных

Выведите одно число — минимальное количество чисел из первоначального поля, которое надо объединить для получения нужного результата.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 4 1 2 3 1 1 2
Стандартный вывод
3

Пояснение к примеру

Для получения результата 4 достаточно выбрать $[2, 3, 2][2, 3, 2]$:

- четверки суммируются как одинаковая пара чисел, получая новое число: $[3, 3][3, 3]$;

- восьмерки суммируются как одинаковая пара чисел, получая новое число: [4][4].

Решение

Создадим список/словарь, в котором подсчитаем количество каждого числа, которые нам даны на вход.

Подсчет будем ввести следующим образом: в качестве индекса/ключа будем использовать само число, а в качестве значения — сколько раз оно встретилось.

После этого заведем переменную, в которой будем хранить число, которое мы хотим достичь на определенном шагу, а также необходимое количество этих чисел.

В начальный момент времени у нас значение этой переменной равно конечному результату, который дан во входных данных, а необходимое количество — 1 (само число).

Запускаем цикл, который будет работать до тех пор, пока не соберем все числа, либо пока число, которое мы хотим достичь, не дойдет до нуля (несуществующего числа).

На каждом шагу проверяем через список/словарь, есть ли у нас необходимое количество выбранного числа. Если их достаточно, добавляем недостающее количество чисел и указываем, что собрали все числа (указывает, что нужно 0 чисел). В ином случае отнимаем часть, которую мы можем покрыть, и оставшееся необходимое количество чисел умножаем на два (так как чтобы собрать число x , необходимо два числа $x - 1$, описано подробнее в условии), а также меняем нынешнее число, которые нам нужно собрать, уменьшая его значение на 1.

Помимо этого мы ведем на каждом шагу подсчет того, сколько чисел мы взяли, для этого заранее заведем переменную.

После окончания работы циклы проверяем: если остались числа, которые мы не смогли набрать, выводим -1 , в ином случае выводим переменную, в которой мы ввели подсчет, сколько чисел взято на каждом шагу.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке Python 3.

```
1 n, goal = map(int, input().split())
2 arr = list(map(int, input().split()))
3 counted = [0] * 101
4 for value in arr:
5     counted[value] += 1
6 current_need = 1
7 current_goal = goal
8 res = 0
9 while current_need > 0 and current_goal > 0:
10     res += min(current_need, counted[current_goal])
11     current_need = max(0, current_need - counted[current_goal]) * 2
12     current_goal -= 1
13 if current_need > 0:
14     print(-1)
```

```
15 else:  
16     print(res)
```

Предметный тур. География

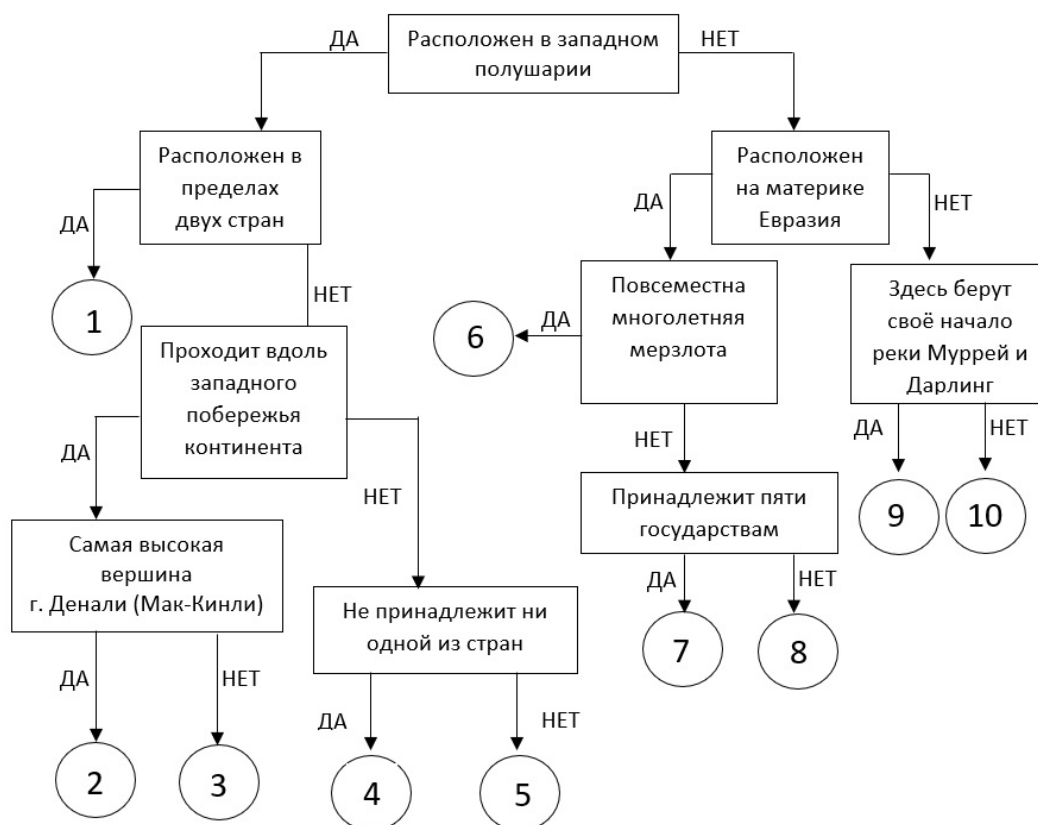
Первая волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.2.1.1. Горы (20 баллов)

Темы: физическая география, горы.

Условие

Распределите представленные в списке географические объекты, следуя представленному алгоритму.



Горы:

- Анды;
- Антарктанды;
- Аппалачи;
- Большой Водораздельный хребет;
- Бырранга;
- Драконовы горы;
- Западная Сьерра-Мадре;

- Кордильеры (Северная Америка);
- Тянь-Шань;
- Альпы.

Ответ: 1. Ашалачи, 2. Кордильеры, 3. Анды, 4. Антарктанды, 5. Западная Сьерра-Мадре, 6. Бырранга, 7. Тянь-Шань, 8. Альпы, 9. Большой Водораздельный хребет, 10. Драконовы горы.

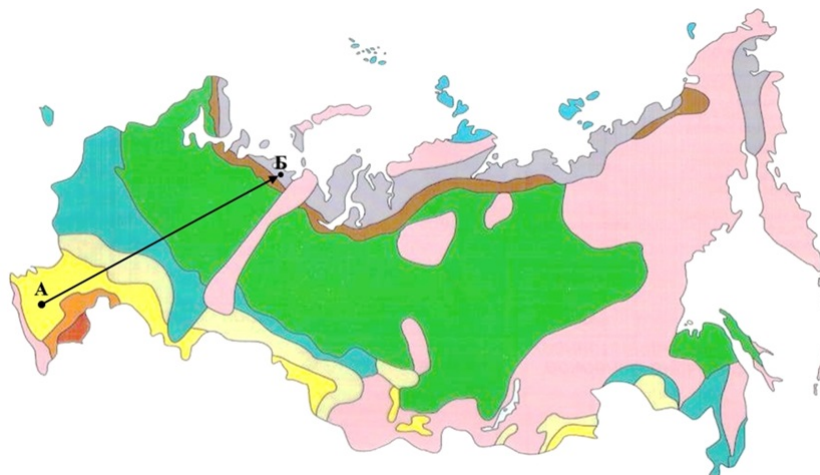
Задача II.2.1.2. Путешествие по России (5 баллов)

Темы: физическая география России, природные зоны.

Условие

Какие природные зоны расположены по маршруту от точки А к точке Б? Расположите их названия в правильном порядке, от А до Б. Природные зоны:

1. степь;
2. лесостепь;
3. смешанные и широколиственные леса;
4. тайга;
5. лесотундра;
6. тундра.



Ответ: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Задача II.2.1.3. Космические снимки (5 баллов)

Темы: космические снимки.

Условие

С помощью программы Google Планета Земля Pro (<https://www.google.com/intl/ru/earth/desktop/>), Google Карты (<https://www.google.ru/maps>), Яндекс Карты (<https://yandex.ru/map-constructor/location-tool/>) или других доступных источников, на которых возможно увидеть поверхность планеты Земля, отраженную в космических снимках, определите, какой объект расположен в точке с координатами $51^{\circ}10'44''$ с. ш. $1^{\circ}49'34''$ з. д.

Выберите верный ответ из представленного списка:

1. маяк;
2. лесной массив;
3. озеро Ладожское;
4. спортивный комплекс;
5. каменное мегалитическое сооружение Стоунхендж;
6. кратер вулкана;
7. кимберлитовая трубка;
8. дамба/плотина;
9. террасы реки.

Ответ: 5.

Задача II.2.1.4. Регионы России (20 баллов)

Темы: социально-экономическая география России, регионы России.

Условие

- a. Определите регионы России, которые обладают следующими характеристиками:
 - все три региона представляют собой республики;
 - регион А — самая большая по площади республика России;
 - западная граница региона Б является частью государственной границы Российской Федерации и Финляндии;
 - регион В является ближайшей к Москве российской республикой.
- b. Прочитайте дополнительные характеристики регионов и определите, какие из них будут касаться определенных вами республик (три характеристики для каждой):
 1. этот регион расположен в нескольких климатических поясах;
 2. основной рельеф этого региона — холмистая равнина, переходящая на западе в возвышенность;
 3. северная граница региона имеет выход к морю, остальные границы не являются государственными;
 4. одним из этносов этого региона являются эзряне;
 5. в регионе добываются железные руды, шунгит, сырье для производства минераловатных плит и камнелитых изделий (одно предприятие), строительный камень для производства щебня и блоков, эксплуатируются ме-

- сторождения пресных и минеральных подземных вод;
6. по производству яиц, молока и мяса крупного рогатого скота на душу населения регион находится на первом месте в России
 7. этот регион лидирует по абсолютному числу ГЭС в России;
 8. большую часть территории этого региона занимают горы и плоскогорья, на долю которых приходится более $2/3$ ее поверхности, и лишь $1/3$ расположена на низменности;
 9. полезные ископаемые этого региона: известняк, цементное сырье, фосфориты, горючие сланцы и незначительное месторождение железных руд.

Заполните таблицу.

Буква региона	а. Название региона	б. Номера дополнительных характеристик
А		
Б		
В		

Ответ.

Буква региона	а. Название региона	б. Номера дополнительных характеристик
А	Саха	1, 3, 8
Б	Карелия	2, 5, 7
В	Мордовия	4, 6, 9

Задача II.2.1.5. Три факта о водопаде (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика рельефа, ландшафтоведение, экзогенные процессы.

Условие

Этот водопад расположен в государстве Центральной Азии и находится на стыке моря и залива, на берегах которого найдены крупнейшие месторождения мирабилита. Он является единственным в мире поверхностным морским водопадом. Введите название моря, где расположен водопад, одним словом в именительном падеже, например, Красное.

Ответ: Каспийское.

Задача II.2.1.6. Водные ресурсы (10 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, ландшафтоведение, географическая номенклатура.

Условие

Укажите главные условия исключения вторичного засоления орошаемых земель в аридных районах:

1. обеспечение развития процессов оглеения почв;
2. исключение (с помощью дренажа) подъема уровня грунтовых вод выше критической глубины;
3. развитие лугово-кустарниковой растительности;
4. регулярное проведение глубокой вспашки почвы;
5. промывание и отвод через дренаж накапливающихся в почве солей;
6. гипсование почв;
7. внесение в почву значительного количества удобрений.

Ответ: 2, 5.

Задача II.2.1.7. Местонахождение ледника (10 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика рельефа, ландшафтоведение, экзогенные процессы.

Условие

Соотнесите название ледника и место его нахождения (горная система).

Ледник Медвежий	Каракорум
Ледник Безенги	Большой Кавказ
Ледник Левый Актру	Центральный Каракорум
Ледник Алеч	Альпы
Ледник Фортамбек	Тибет
Ледник Мидуи	Северо-Чуйский хребет
Ледник Сиачен	Северо-Западный Памир
Ледник Биафо	Центральный Памир

Ответ.

Ледник Фортамбек	Северо-Западный Памир
Ледник Алеч	Альпы
Ледник Медвежий	Центральный Памир
Ледник Безенги	Большой Кавказ
Ледник Мидуи	Тибет
Ледник Левый Актру	Северо-Чуйский хребет
Ледник Сиачен	Каракорум
Ледник Биафо	Центральный Каракорум

Задача II.2.1.8. Движение ледника (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика рельефа, ландшафтоведение, экзогенные процессы.

Условие

Какой первичный признак состояния ледника, регистрируемый данными аэрокосмических съемок, показывает его переход от спокойной фазы к активной (началу подвижки). Выберите верный ответ:

1. значительное разрушение окружающего рельефа в ледниковой зоне;
2. обострение лавинной деятельности в высокогорном районе;
3. изменение монолитной поверхности языка ледника на трещиноватую, фиксируемую на аэрокосмических снимках достаточного разрешения;
4. увеличение вследствие привноса рыхлого обломочного материала размеров конечной морены ледника;
5. изменение поверхностной температуры ледника;
6. деформация области питания ледника.

Ответ: 3.

Задача П.2.1.9. Дельты рек (10 баллов)

Темы: региональные физико-географическая особенности, гидроэнергетика.

Условие

На космических снимках представлены дельты крупных рек России. Соотнесите фото и названия рек.

Список рек:

- Волга;
- Лена;
- Хатанга;
- Обь.



Рис. П.2.1. Снимок 1

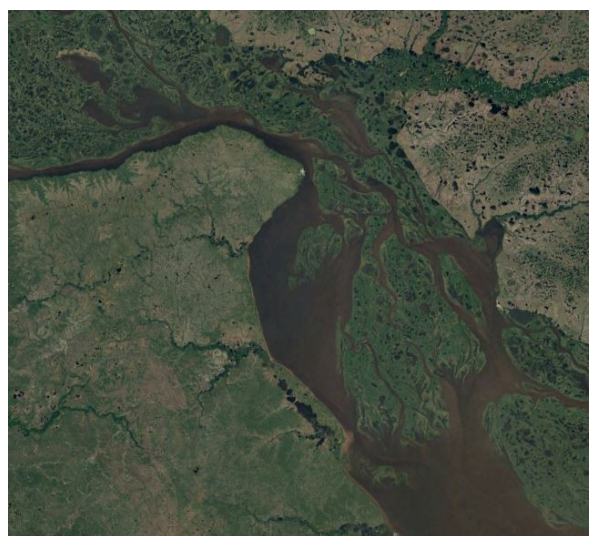


Рис. П.2.2. Снимок 2

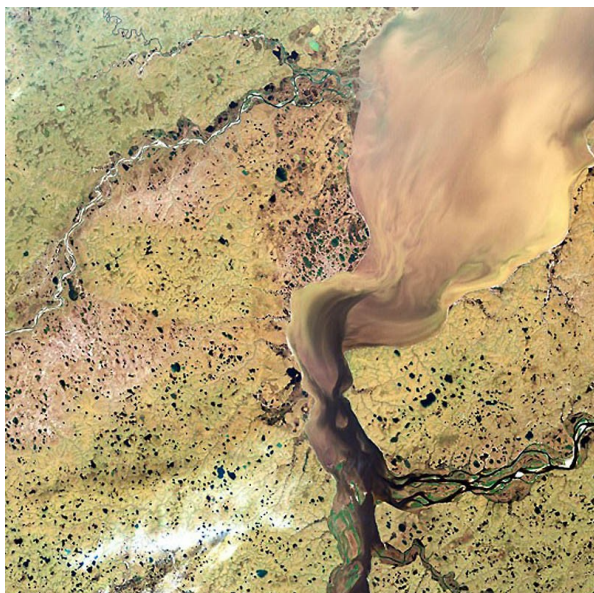


Рис. П.2.3. Снимок 3



Рис. П.2.4. Снимок 4

Ответ: снимок 1 — Лена; снимок 2 — Обь; снимок 3 — Хатанга; снимок 4 — Волга.

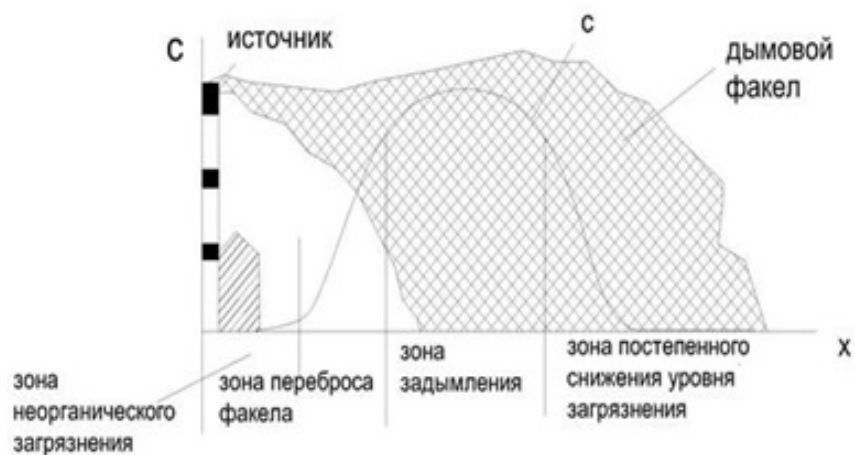
Задача П.2.1.10. Промышленные выбросы (5 баллов)

Темы: метеорология, загрязнение атмосферы.

Условие

По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить три зоны загрязнения атмосферы: переброс факела выбросов; зону задымления и зону постепенного снижения уровня загрязнения.

Какая зона является наиболее опасной для населения (в этой зоне не должно быть застроек)? Выберите верный ответ:



А. зона задымления;

Б. зона переброса факела;

В. зона постепенного снижения уровня загрязнения.

Ответ: А.

Задача II.2.1.11. Периодический закон географической зональности (5 баллов)

Темы: известные ученые, ученые-географы.

Условие

Речь идет о советском и российском ученом, геофизике, климатологе, экологе, академике РАН, почетном члене Русского географического общества и Американского метеорологического общества. Он является одним из самых авторитетных климатологов XX века. В 1972 году предсказал глобальное потепление, его основные показатели и их динамику, совпадающие с современным состоянием климата.

Является соавтором периодического закона географической зональности, в основу которого положен индекс сухости климата, открытого этим же ученым. Индекс наглядно показывает распределение ландшафтов в зависимости от преобладания/равенства/недостатка прихода тепла над количеством осадков, когда формируются соответственно пустыни/степи и саванны/увлажненные ландшафты (леса, болота).

Выберите имя этого ученого из предложенного списка:

1. Сергей Петрович Хромов;
2. Борис Павлович Алисов;
3. Михаил Арамаисович Петросянц;
4. Михаил Иванович Будыко;
5. Николай Андреевич Гвоздецкий;
6. Иннокентий Петрович Герасимов;
7. Андрей Александрович Григорьев;
8. Георгий Казимирович Тушинский;
9. Василий Васильевич Докучаев.

Ответ: 4.

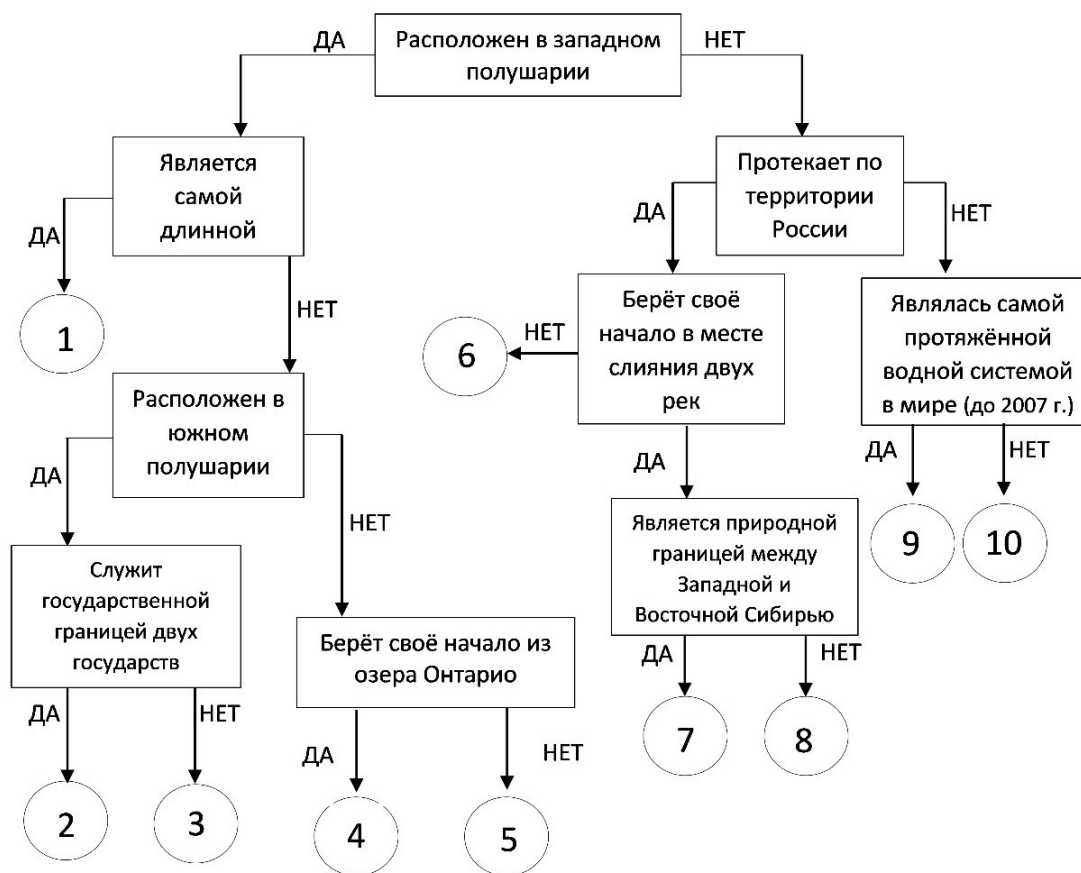
Вторая волна. Задачи 8–11 класса

Задача II.2.2.1. Реки (20 баллов)

Темы: физическая география, реки.

Условие

Распределите представленные в списке географические объекты, следуя представленному алгоритму.



Реки:

- Амазонка;
- Енисей;
- Лена;
- Миссисипи;
- Нил;
- Обь;
- Парагвай;
- Рио-Колорадо;
- Святого-Лаврентия;
- Янцзы.

Ответ: 1 — Амазонка, 2 — Парагвай, 3 — Рио-Колорадо, 4 — Святого-Лаврентия, 5 — Миссисипи, 6 — Волга, 7 — Енисей, 8 — Обь, 9 — Нил, 10 — Янцзы.

Задача II.2.2.2. Путешествие по России (10 баллов)

Темы: физическая география России, моря.

Условие

Какие моря расположены по маршруту от точки А к точке Б? Расположите их названия в правильном порядке.



Моря:

1. Карское;
2. Чукотское;
3. Балтийское;
4. Белое;
5. Баренцево;
6. Восточно-Сибирское;
7. Лаптевых;
8. Берингово.

Ответ: 3, 4, 5, 1, 7, 6, 2, 8.

Задача II.2.2.3. Космические снимки (5 баллов)

Темы: космические снимки.

Условие

Определите, какой объект расположен в точке с координатами $36^{\circ}44'17''$ с. ш. $6^{\circ}26'32''$ з. д. Воспользуйтесь программой Google Планета Земля Pro (<https://www.google.com/intl/ru/earth/desktop/>), Google Карты (<https://www.google.ru/maps>), Яндекс Карты (<https://yandex.ru/map-constructor/location-tool/>) или другими доступными источниками, на которых возможно увидеть поверхность планеты Земля, отраженную в космических снимках.

Выберите верный ответ из представленного списка:

1. маяк;
2. лесной массив;
3. исток реки Волга;

4. спортивный комплекс;
5. кимберлитовая трубка;
6. кратер вулкана;
7. порт;
8. подготовка к строительству дамбы / плотины;
9. террасы реки.

Ответ: 1.

Задача II.2.2.4. Страны-соседи России (20 баллов)

Темы: социально-экономическая география России, страны, граничащие с Россией.

Условие

а. Определите страны, граничащие с Россией, которые обладают следующими характеристиками:

- все три страны представляют собой республики, то есть имеют республиканскую форму правления;
- страна А граничит с Россией, Литвой, Белоруссией, Украиной, Словакией, Чехией и Германией;
- страна Б является частично признанным государством (республикой);
- страна В состоит в таких международных организациях, как ООН, ВТО, АТЭС, G20, БРИКС, ШОС, и ее экономика является второй экономикой мира по номинальному ВВП.

б. Прочитайте дополнительные характеристики стран и определите, какие из них будут касаться стран, определенных вами (три характеристики для каждой):

1. эта страна расположена в центре Европы, омывается на севере Балтийским морем;
2. основной рельеф этой страны занимают отроги Главного (Водораздельного) хребта, ограничивающего ее с севера;
3. экономика этой страны представлена в основном сельским хозяйством и туризмом;
4. на севере и западе этой страны климат умеренно морской с мягкой зимой и влажным летом, на востоке – континентальный с резкой зимой и сухим, жарким летом;
5. климат этой страны очень разнообразен — от субтропического на юго-востоке до резко континентального (аридного) на северо-западе;
6. эта страна занимает девятое место в мире по разведанным запасам каменного и бурого угля (2019 г.);
7. в этой стране находится самая глубокая карстовая пещера мира — полость Крубера-Воронья;
8. граница России с этой страной прерывается границей другого государства;
9. основным источником энергии в этой стране является уголь, по добыче которого она занимает первое место в мире.

Заполните таблицу.

Буква региона	а. Название страны	б. Номера дополнительных характеристик
А		
Б		
В		

Ответ.

Буква региона	а. Название страны	б. Номера дополнительных характеристик
А	Польша	1, 4, 6
Б	Абхазия	2, 3, 7,
В	Китай	5, 8, 9

Задача II.2.2.5. Три факта о леднике (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика горного рельефа, ландшафтоведение, экзогенные процессы.

Условие

Этот ледник расположен в азиатской части России. Назван в честь российского ученого и географа. Является самым крупным горно-долинным ледником России. Название ледника ввести одним словом, например, Терскол.

Ответ: Богдановича.

Задача II.2.2.6. Пересыхание рек (10 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, ландшафтоведение, гидрологический режим.

Условие

Укажите основные причины летнего пересыхания малых рек в лесных районах после вырубki леса. Выберите правильные утверждения:

1. интенсивное развитие эрозионных процессов, заиливание русла реки;
2. уменьшение поверхностного осадконакопления и снегозадержания;
3. снижение коэффициента увлажнения (Высоцкого-Иванова) речного бассейна;
4. увеличение аридности климата;
5. значительное увеличение поверхностного стока, снижение запасов грунтовых вод и прекращение питания рек в меженный период;
6. зарастание луговой растительностью обезлесенных территорий;
7. разрушение почвенного покрова;
8. развитие плоскостной и овражной эрозии.

Ответ: 2, 5.

Задача II.2.2.7. Ледовые наводнения (5 баллов)

Темы: особенности гидрологического режима ландшафтов, физико-географическая характеристика.

Условие

Назовите основной фактор формирования особо опасных и обширных ледовозаторных наводнений на крупных реках России:

1. образование интенсивного ледохода в горно-ледниковых бассейнах и нагромождение льда в русле реки;
2. более ранний ледоход в южных частях бассейнов рек с нагромождением и затором льда по течению в более северных частях, где реки покрыты льдом;
3. вскрытие льда на реках после землетрясений, образование интенсивного ледохода с последующим нагромождением льда и наводнением в речных долинах;
4. нарушение ледового режима рек в результате техногенных воздействий, вызывающих вскрытие льда и ледоход;
5. увеличение расхода воды в реках после формирования ледостава.

Ответ: 2.

Задача II.2.2.8. Ледовые наводнения (10 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, особенности гидрологического режима ландшафтов.

Условие

Выберите реки, на которых регулярно наблюдаются обширные ледовозаторные наводнения:

1. Волга;
2. Печора;
3. Кама;
4. Нева;
5. Онега;
6. Енисей;
7. Обь;
8. Лена;
9. Урал;
10. Дон;
11. Амур;
12. Камчатка.

Ответ: 6, 7, 8.

Задача П.2.2.9. Космоснимки и города (10 баллов)

Темы: городская инфраструктура в ландшафте, географическая номенклатура.

Условие

Издrevле города строили на берегах рек. Соотнесите фото на космическом снимке с названием города.

Список городов:

- Москва;
- Самара;
- Санкт-Петербург;
- Красноярск.

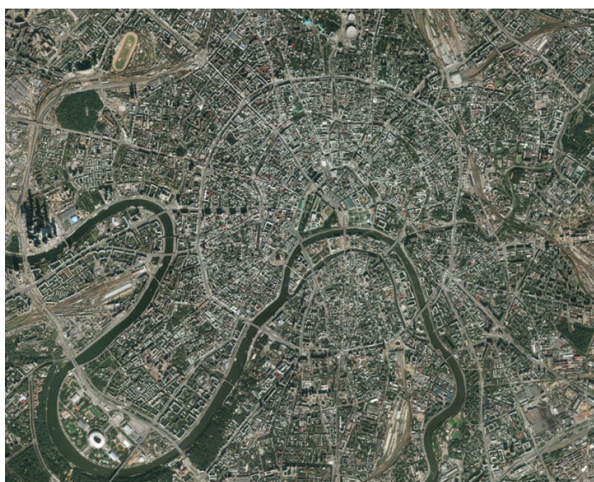


Рис. П.2.5. Снимок 1



Рис. П.2.6. Снимок 2



Рис. П.2.7. Снимок 3

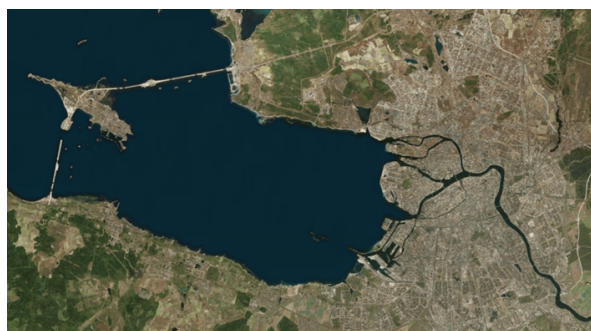


Рис. П.2.8. Снимок 4

Ответ: снимок 1 — Москва; снимок 2 — Красноярск; снимок 3 — Самара; снимок 4 — Санкт-Петербург.

Задача П.2.2.10. Роза ветров (5 баллов)

Темы: метеорология, загрязнение атмосферы.

Условие

Планируется построить детский сад для работников промышленного предприятия. Роза ветров этой местности имеет вид (см. рисунок П.2.9).

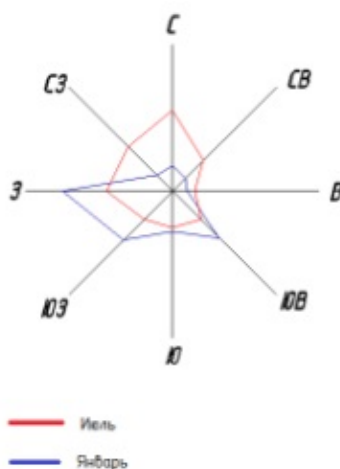



Рис. П.2.9

Отметьте место (номер квадрата), где лучше всего начинать строительство.

1	2	3
4		5
6	7	8

Ответ: 5.

Задача П.2.2.11. Геотектура (5 баллов)

Темы: известные ученые, ученые-географы.

Условие

Советский ученый-географ, основатель нового научного направления — конструктивная география, которое ориентировано на преобразование природы и рациональное использование природных ресурсов в условиях социалистического общества.

В 1939 году составил первую в СССР сводку, посвященную истории ледникового периода на территории Советского Союза. Под его руководством была составлена Государственная почвенная карта СССР. Он предложил термин «геотектура». За «Физико-географический атлас мира» выдвигался на соискание Государственной премии СССР.

Выберите имя этого ученого из предложенного списка:

1. Иннокентий Петрович Герасимов;

2. Константин Константинович Марков;
3. Борис Иванович Кочуров;
4. Александр Иванович Воейков;
5. Владимир Михайлович Котляков;
6. Сергей Степанович Ганзей;
7. Геннадий Яковлевич Барышников;
8. Виктор Семенович Ревякин;
9. Юрий Борисович Виноградов.

Ответ: 1.

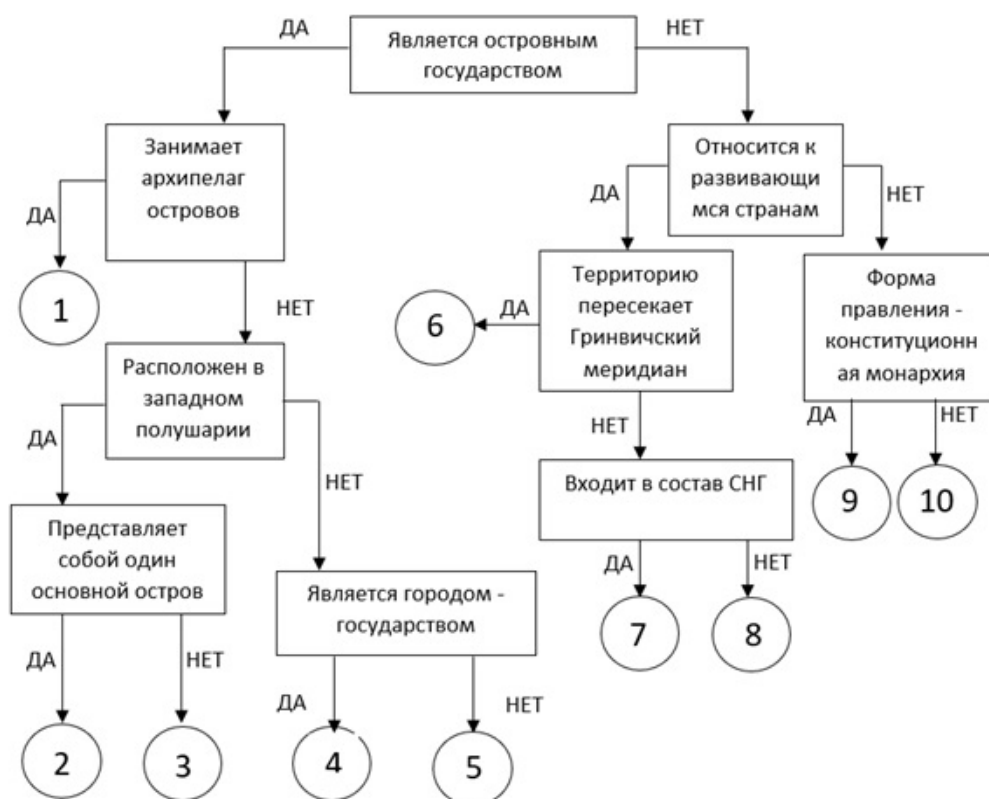
Третья волна. Задачи 8–11 класса

Задача П.2.3.1. Страны (20 баллов)

Темы: социально-экономическая география, страны мира.

Условие

Распределите представленные в списке географические объекты, следуя представленному алгоритму.



Страны:

- Алжир;

- Барбадос;
- Грузия;
- Израиль;
- Ирландия;
- Испания;
- Казахстан;
- Кирибати;
- Мальта;
- Сингапур.

Ответ: 1 — Кирибати, 2 — Барбадос, 3 — Ирландия, 4 — Сингапур, 5 — Мальта, 6 — Алжир, 7 — Казахстан, 8 — Грузия, 9 — Испания, 10 — Израиль.

Задача II.2.3.2. Путешествие по России (10 баллов)

Темы: социально-экономическая география России, регионы России.

Условие

Какие субъекты Российской Федерации пересечет путешественник по маршруту из точки А в точку Б?



Расположите субъекты по порядку:

1. Омская область;
2. Алтайский край;
3. Забайкальский край;
4. Тюменская область;
5. Республика Бурятия;
6. Республика Тыва;
7. Пермский край;
8. Иркутская область;
9. Свердловская область;
10. Новосибирская область;

11. Республика Алтай;
12. Алтайский край.

Ответ: 7, 9, 4, 1, 10, 2, 11, 6, 8, 5, 3.

Задача II.2.3.3. Космические снимки (5 баллов)

Темы: космические снимки.

Условие

С помощью программы Google Планета Земля Pro (<https://www.google.com/intl/ru/earth/desktop/>), Google Карты (<https://www.google.ru/maps>), Яндекс Карты (<https://yandex.ru/map-constructor/location-tool/>) или других доступных источников, на которых возможно увидеть поверхность планеты Земля, отраженную в космических снимках, определите, какой объект расположен в точке с координатами $56^{\circ}17'10''$ с. ш. $101^{\circ}47'03''$ в. д.

Выберите верный ответ из представленного списка:

1. маяк;
2. лесной массив;
3. фермерское хозяйство;
4. спортивный комплекс;
5. гидроэлектростанция;
6. кратер вулкана;
7. кимберлитовая трубка;
8. лесной массив;
9. Египетская пирамида.

Ответ: 5.

Задача II.2.3.4. Страны ОПЕК (20 баллов)

Темы: социально-экономическая география мира, страны ОПЕК.

Условие

а. Определите страны, входящие в состав ОПЕК (Организация стран экспортеров нефти), которые обладают следующими характеристиками:

- все три страны, согласно классификации МВФ, являются развивающимися странами, имеют выход к морю;
- страна А является Боливарианской Республикой, омывается Карибским морем и Атлантическим океаном на севере;
- страна Б является Исламской республикой, на протяжении многих веков играла ключевую роль на Востоке, с севера омывается Каспийским морем, с юга — Персидским и Оманским заливами Индийского океана.

- страна В, является Королевством, омывается Персидским заливом на северо-востоке и Красным морем — на западе.

б. Прочитайте дополнительные характеристики стран и определите, какие из них будут касаться стран, определенных вами (три характеристики для каждой):

1. большая часть территории этой страны расположена на одноименном плато, за исключением побережья;
2. является крупнейшим государством на Аравийском полуострове;
3. климат этой страны определяется чередованием влажных экваториальных воздушных масс при штилевой погоде летом и сухих пассатных ветров зимой;
4. большинство коренных жителей этой страны — мусульмане-шииты;
5. на территории этой страны расположено самое большое озеро на материке, а на его берегах проживает четверть ее населения;
6. в этой стране находится крупнейшее в мире месторождение бирюзы;
7. официальная религия этой страны — ислам суннитского толка;
8. эта страна является мировым лидером в области добычи и продажи нефти;
9. эта страна располагает крупнейшими в мире разведанными запасами нефти.

Заполните таблицу.

Буква региона	а. Название страны	б. Номера дополнительных характеристик
А		
Б		
В		

Ответ.

Буква региона	а. Название страны	б. Номера дополнительных характеристик
А	Венесуэла	3, 5, 9
Б	Иран	1, 4, 6
В	Саудовская Аравия	2, 7, 8

Задача II.2.3.5. Три факта о городе (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, ландшафтоведение, географическая номенклатура.

Условие

Этот областной город расположен в азиатской части России. Один из его городских парков назван в честь первого генерал-губернатора Восточной Сибири. Набережная носит имя русского адмирала, исследователя восточных регионов России.

Введите название города одним словом, например, Москва.

Ответ: Хабаровск.

Задача II.2.3.6. Морской водопад (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика рельефа водного объекта и экзогенных процессов.

Условие

На стыке Каспийского моря с заливом Кара-Богаз-Гол находится единственный в мире поверхностный морской водопад. Укажите причины его существования. Выберите правильное утверждение:

1. возникновение перепада уровней и водопада происходит в результате ветровых нагонов и волнения;
2. водопад связан с более сильным прогреванием и значительно большим испарением в мелководном заливе, а также из-за узкого (200 м) прохода воды между основной акваторией моря и заливом;
3. водопады в придонной части морей наблюдаются из-за контрастов в плотности воды из-за их различий в температуре и солености;
4. формирование водопада происходит из-за интенсивного отбора воды из залива на промышленно-бытовые нужды;
5. морской водопад образовался по причине изъятия из залива значительных объемов воды на орошение;
6. снижение уровня воды в заливе связано с наличием там крупных трещин в земной коре и значительного оттока воды.
7. повышенный речной приток в основную часть Каспийского моря.

Ответ: 2.

Задача II.2.3.7. Реки и ГЭС (10 баллов)

Темы: география гидроэнергетики, региональные физико-географические особенности.

Условие

Соотнесите ГЭС и речной бассейн, где она построена.

Саяно-Шушенская ГЭС	р. Сулак
Волгоградская ГЭС	р. Ковда
Светлинская ГЭС	р. Зея
Богучанская ГЭС	р. Ангара
Чиркейская ГЭС	р. Енисей
Новосибирская ГЭС	р. Кама
Воткинская ГЭС	р. Обь
Зейская ГЭС	р. Вилюй
Кумская ГЭС	р. Волга

Ответ.

Саяно-Шушенская ГЭС	р. Енисей
Волгоградская ГЭС	р. Волга
Зейская ГЭС	р. Зея
Богучанская ГЭС	р. Ангара
Чиркейская ГЭС	р. Сулак
Воткинская ГЭС	р. Кама
Новосибирская ГЭС	р. Обь
Светлинская ГЭС	р. Вилюй
Кумская ГЭС	р. Ковда

Задача II.2.3.8. Строительство ГЭС (5 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, географическая номенклатура, гидроэнергетические ресурсы.

Условие

Укажите негативные факторы, которые следует учитывать при проектировании и строительстве водохранилищ ГЭС в горных районах. Выберите правильные утверждения:

1. происходит заболачивание в понижениях рельефа, которые постоянно или временно заполняются водой, что при наличии подходящего климата вызывает переувлажнение грунта;
2. активизация оползней на склонах под действием гравитации при участии подземных вод;
3. более дорогое проектирование и строительство для обеспечения повышенного уровня устойчивости сооружений при значительном фоне сейсмической опасности;
4. преобладание явлений солифлюкции над оползнево-осыпными процессами;
5. интенсивное заполнение емкости водохранилищ обвальным материалом;
6. увеличение сейсмической активности в районе на 3-4 балла по шкале Рихтера вследствие концентрированного сосредоточения водных масс в водохранилищах узких ущелий;
7. обострение разрушительных действий эрозионных процессов в зависимости от массы поверхностных вод и скорости их движения;
8. увеличение активности вулканов.

Ответ: 3, 6.

Задача II.2.3.9. Космические снимки (10 баллов)

Темы: физико-географическая характеристика, метеорологические процессы, ландшафтоведение.

Условие

Издrevле города строили на берегах рек. Соотнесите фото на космическом снимке и название города.



а. Какие два характерных водных объекта и один объект суши изображены в нижней части снимка? Выберите верный ответ:

1. полуостров Ямал, Обская губа и часть Карского моря;
2. Онежский полуостров, Двинская губа и часть Белого моря;
3. полуостров Крым, Азовское море и часть Черного моря.

б. Какой тип воздушной массы изображен на космическом снимке? Выберите верный ответ:

1. воздушная масса – антициклон;
2. воздушная масса – циклон с фронтами;
3. внутримассовое облачное образование;
4. тропический циклон;
5. тропический вихрь-ураган.

Ответ:

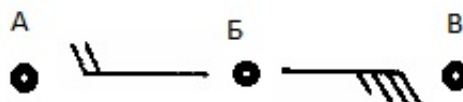
- а. 3. Полуостров Крым, Азовское море и часть Черного моря.
- б. 2. Воздушная масса – циклон с фронтами.

Задача II.2.3.10. Атмосферное давление (5 баллов)

Темы: метеорология, измерение параметров атмосферы.

Условие

В пунктах, обозначенных на рисунке буквами, одновременно проводятся измерения атмосферного давления. Расположите эти пункты в порядке понижения в них атмосферного давления (от наиболее высокого к наиболее низкому).



Пояснение. Направление ветра обозначается на карте в виде стрелочки, вид оперения у которой показывает среднюю скорость потока воздуха: длинное перо означает 5 м/с, короткое – 2,5 м/с, в форме треугольного флажка – 25 м/с.

Ответ: В, А, Б.

Задача II.2.3.11. Гляциологическая научная школа в России (5 баллов)

Темы: метеорология, известные ученые.

Условие

Этот советский и российский географ и гляциолог сыграл большую роль в реализации проекта глубокого бурения на станции Восток в Антарктиде. В 1970-х годах он высказал идею о получении и изучении керна антарктического льда по всей его глубине (около 4 км). Бурение льда Антарктиды на станции Восток продолжалось более 25 лет и было остановлено на глубине 3623 м, приблизительно в 125 м от поверхности теоретически предсказанного озера, чтобы случайно не разрушить изолированный биоценоз этого озера. В 2006 году бурение было продолжено по усовершенствованной технологии. По ледяному керну из этой скважины были установлены климатические условия формирования четырех полных ледниково-межледниковых циклов на протяжении около 420 тысяч лет, что является значительным вкладом в науку о Земле.

Ученый является заслуженным географом Российской Федерации и почетным президентом Русского географического общества, основоположником и лидером современной гляциологической научной школы в России.

Выберите имя этого ученого из предложенного списка:

1. Анатолий Григорьевич Исаченко;
2. Алексей Давидович Арманд;
3. Борис Иванович Кочуров;
4. Александр Иванович Воейков;
5. Владимир Михайлович Котляков;
6. Татьяна Григорьевна Нефедова;
7. Геннадий Яковлевич Барышников;
8. Виктор Семенович Ревякин.

Ответ: 5.

Инженерный тур

Крупные атмосферные процессы

Погода складывается из множества факторов, но ее основу всегда составляют процессы крупного масштаба, простирающиеся на тысячи километров.

Циклон — это атмосферное возмущение с пониженным давлением воздуха, диаметр которого колеблется от тысячи до нескольких тысяч километров. В центре циклона давление воздуха минимальное по сравнению с окружающими районами. Образующийся вихрь имеет различное направление вращения: в циклоне северного полушария — против часовой стрелки, в южном полушарии — по часовой стрелке. Циклоны бывают глубокие, которые несут значительные ухудшения погоды, и неглубокие, которые лишь изменяют характер погоды, не вызывая опасных явлений погоды.

Средняя скорость перемещения молодых циклонов составляет 40–50 км/час, в отдельных случаях увеличиваясь до 100 км/час. На поздней стадии развития скорость циклонов резко уменьшается.

Циклоны на район Санкт-Петербурга перемещаются главным образом с запада, осенью и зимой велика повторяемость перемещения циклонов с северо-запада, а весной и летом нередки выходы юго-западных циклонов.

Антициклон — это атмосферный вихрь, диаметр которого может достигать нескольких тысяч километров (по своим размерам антициклон примерно в два раза больше, чем циклон). В центре антициклона давление воздуха максимальное по сравнению с окружающими районами. В антициклоне происходит отток воздуха во все стороны от центра, и это исключает возможность сближения двух воздушных масс вблизи центра. В северном полушарии ветер в антициклоне дует по часовой стрелке, в южном — против часовой стрелки.

Зимой антициклоны образуются над охлажденной поверхностью суши, а летом — над холодной морской поверхностью.

Обычно с антициклонами связывают спокойную ясную или малооблачную погоду — но это очень общее представление. Условия погоды в антициклоне различаются в зависимости от происхождения и свойств воздушных масс, формирующих его, особенностей подстилающей поверхности, рельефа местности, времени года. В центральной части антициклона преобладает малооблачная тихая погода, но зимой могут возникать слоистые облака, а летом — ночные и утренние туманы. Погода на окраинах антициклона сходна с условиями погоды в примыкающих к ним секторах циклонов. В целом, в антициклонах погодные условия более благоприятны, чем в циклонах. Однако малоподвижный антициклон весной и летом над одним районом сопровождается засухой: гибнут посевы, горят леса. Зимой в районах антициклонов при низких температурах воздуха и отсутствии снежного покрова вымерзают озимые.

Циклоны и антициклоны являются основным механизмом теплообмена между северными и южными широтами. Если бы не было такого теплообмена, то на эк-

ваторе и в тропиках температура воздуха была бы на 10–20° выше, а в умеренных широтах ниже, чем наблюдается в действительности. Именно циклоны и антициклоны обеспечивают перенос теплых и влажных воздушных масс воздуха с юга на север, а холодных и сухих — с севера на юг. Возникновение и развитие как циклонов, так и антициклонов тесно связаны между собой. Это практически единый процесс: в одном месте создается дефицит воздушной массы и возникает циклон, в другом — избыток воздуха, ведущий к формированию антициклона.

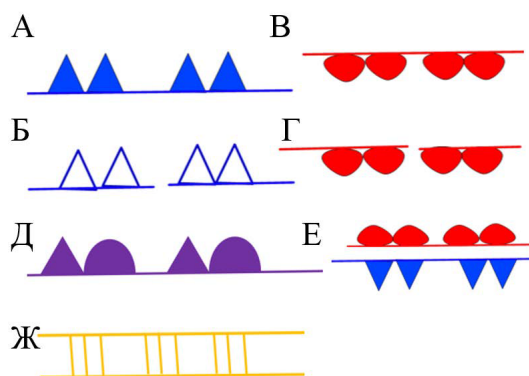
Атмосферные фронты

Переходная зона между двумя соседними воздушными массами, которые различаются по своим свойствам, называется фронтальной зоной или атмосферным фронтом. Пересечение этой зоны с поверхностью земли называется линией фронта. На фронтальной зоне теплая и холодная воздушные массы перемешиваются между собой, образуя переходный слой, ширина которого может быть до 100 км.

При смещении холодного фронта холодный воздух идет на смену тепловому. Холодный воздух, как более тяжелый, подтекает под отступающий теплый воздух. При этом происходит быстрый подъем вытесняемого теплого воздуха, образуются мощные кучевые облака с ливнями и грозами. При прохождении холодного фронта дует сильный порывистый ветер, падает температура. В случае теплого фронта теплый воздух идет на смену холодному. Теплая воздушная масса, как более легкая, натекает на холодную. Но теплый воздух поднимается вверх сравнительно медленно. При смещении теплого фронта образуются слоистые облака и выпадают обложные осадки. При смыкании теплого и холодного фронтов формируются фронты окклюзии. При этом объединяются облачные системы теплого и холодного фронтов.

Что изображено на синоптической карте

Атмосферные фронты обозначают на синоптических картах следующим образом.



Холодный фронт (А) — синяя линия и закрашенные треугольники, направленные от холодного к тепловому воздуху.

Теплый фронт (В) — красная линия с полукругами, полукруга направлены от теплого к холодному воздуху.

Верхний/вторичный фронт (Б, Г) — то же, но линия пунктирная и треугольники или полукружия не закрашены.

Малоподвижный или стационарный фронт (Е) — двойная линия с обоими типами знаков.

Фронт окклюзии (Д) — как правило, изображается фиолетовым.

На карты помимо фронтов наносят изобары — линии равного атмосферного давления, и указатели направления и скорости ветра:

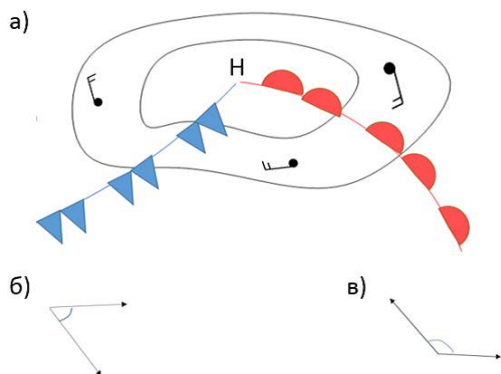


Рис. II.3.1. Циклон

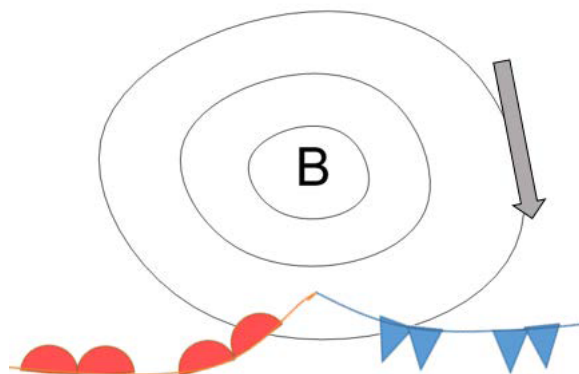
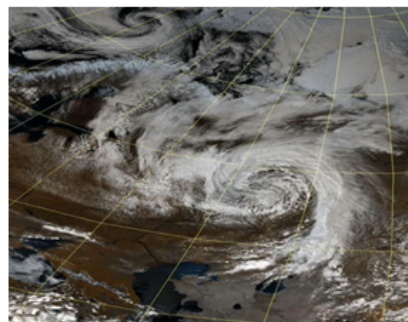
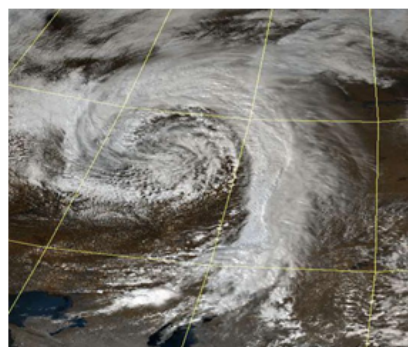
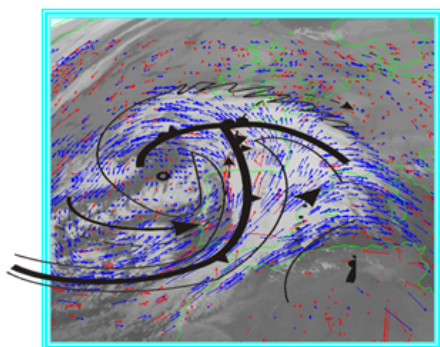


Рис. II.3.2. Антициклон

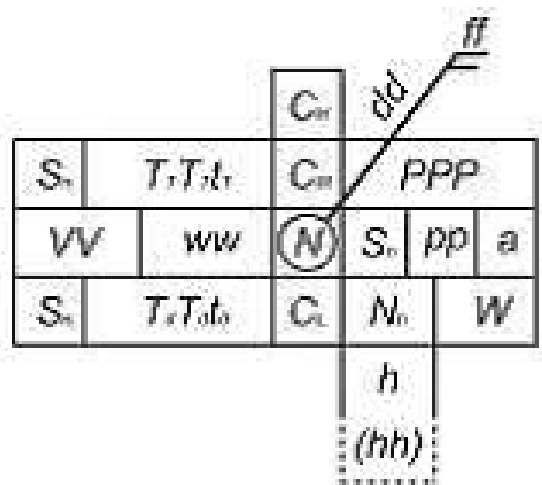
Как выглядят синоптические процессы на космических снимках



Обозначения на приземной карте погоды

На приземную карту наносятся значения измеренных на метеорологической станции параметров в определенной кодировке: <https://meteoinfo.ru/images/misc/kn-01-synop.pdf> (код КН-01).

Местоположение метеостанции отмечается пунсоном. Значения метеорологических элементов наносятся вокруг кружка станции цифрами и условными знаками.



Цифрами наносятся следующие данные:

- *TTtt* — температура воздуха (две или три цифры), целые (*TT*) и десятые (*tt*) доли градуса Цельсия;
- *TdTdt* — точка росы (две или три цифры), целые (*TdTd*) и десятые (*td*) доли градуса Цельсия;
- *VV* — горизонтальная видимость;
- *h (hh)* — высота облаков нижнего яруса цифрами кода (одной или двумя);
- *Nh* — количество облаков нижнего яруса в октах; употребляются цифры от 1 до 8, цифры кода окты (1 окт — 1/8 неба), их можно перевести в баллы;
- *PPP* — давление воздуха, приведенное к уровню моря, в гПа (десятки, единицы и десятые доли). Если трехзначное число начинается с 5 или большей цифры, то при расшифровке следует впереди поставить цифру 9, а если число начинается с 4 или меньшей цифры, впереди следует поставить цифру 10;
- *pp* — величина барической тенденции за последние три часа, в гПа (целые и десятые доли). При росте давления знак не ставится, при падении давления знак «-» ставится обязательно.

Условными знаками на карты наносятся следующие элементы погоды:

- *N* — общее количество облаков; условные знаки соответствуют различному количеству облачности от 1 до 8 октов, если определение количества облачности затруднено, то в кружке станции ставится знак «X»;
- *W* — погода между сроками наблюдения; период времени между сроками соответствует принятой частоте составления той или иной карты, т. е. шести или трем часам (основная или кольцевая карта соответственно);
- *a* — характеристика барической тенденции за последние три часа, каждый знак соответствует кривой на ленте барографа.

Форма наблюдаемых облаков:

- *CL* — форма облаков нижнего яруса;
- *CM* — форма облаков среднего яруса;
- *CH* — форма облаков верхнего яруса.

Для отображения характеристик ветра используются символы:

- *dd* — направление ветра у поверхности земли (откуда дует) стрелкой;
- *ff* — скорость ветра, обозначается на стрелке «оперением».

При штиле пунсон станции обводится кружком большего радиуса, при неустойчивом направлении ветра в конце стрелки ставится крест (*X*).

Условными обозначениями показываются *ww* — атмосферные явления погоды в срок наблюдения или в течение последнего часа перед сроком наблюдения.

Sn — знак отрицательного значения.

Роза ветров

Ветер — это горизонтальная составляющая собственного движения воздуха относительно подстилающей поверхности. Ветер характеризуется направлением и скоростью. Направление ветра, определяемое положением той точки горизонта, откуда он дует, может быть выражено в румбах и по азимуту. Если точка, откуда ветер дует, ориентирована относительно стран света (север, восток, юг, запад), то можно представить направление ветра в румбах. Румбы, записанные в сокращении, — это С, ССВ, СВ, ВСВ, В, ВЮВ, ЮВ, ЮЮВ, Ю, ЮЮЗ, ЮЗ, ЗЮЗ, З, ЗСЗ, СЗ, ССЗ.

Азимут — это угол между направлением ветра и меридианом местности, который отсчитывается от северного направления по часовой стрелке до точки, откуда ветер дует. Северному ветру соответствует 0° , восточному 90° , южному 180° , западному 270° . Понятно, что ветер, записанный в румбах, можно представить в угловых градусах по азимуту, но не всякое значение угла можно точно записать в румбах (иногда лишь приблизительно). Здесь влияет тот фактор, что в румбах мы все-таки записываем дискретные значения, а по азимуту можно записать направление ветра в непрерывном спектре значений.

Скорость ветра — это расстояние, проходимое воздушными частицами за единицу времени. Чаще всего эта метеорологическая величина записывается в метрах за секунду (м/с). Если же скорость ветра значительна (в высоких слоях атмосферы, либо у подстилающей поверхности, когда последняя заметно не ослабляет воздушный поток), то скорость ветра записывается в километрах за час (км/ч). Именно эта единица скорости ветра применяется в практике авиации и в морской практике.

Существует и словесная характеристика скорости ветра. Если скорость ветра не превышает 0,5 м/с, то фиксируют штиль (безветрие). Если ветер имеет скорость 5–8 м/с, то его считают умеренным, ветер со скоростью более 14 м/с — сильный, выше значения 20–25 м/с — штормовой, а более 30–35 м/с — ураган.

В некоторых случаях и странах для выражения скорости ветра применяются английские мили в час и узлы. Узел — и морская мера скорости, и скорость ветра по международному синоптическому коду.

Роза ветров — это график распределения повторяемости ветра по румбам.

Чтобы построить розу ветров, нужно от точки, условно представляющей собой пункт, отложить отрезки, длина которых зависит от значения повторяемости ветра. Отрезки откладываются на линиях каждого направления ветра относительно данного пункта. За единицу повторяемости выбирается определенный отрезок, одинаковый для всех направлений. Концы суммарной длины отложенных отрезков повторяемости на каждом направлении ветра соединяют.

Роза ветров обычно строится по многолетним данным, но может быть выполнена и по наблюдениям за короткий период.

Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы вредными веществами

Метеорологические условия оказывают существенное влияние на перенос и рассеяние примеси, поступившей в атмосферу. Причем проявляется это влияние по-разному в зависимости от типа источника выброса примеси: высокий или низкий, теплый или холодный.

При исследовании причин формирования повышенного уровня загрязнения атмосферы необходимо использовать не отдельные метеорологические характеристики, а всю метеорологическую ситуацию, характеризующуюся сочетанием определенной скорости ветра и термической стратификации атмосферы, наличием атмосферных осадков, туманов и т. п.

При слабом ветре или штиле примесь накапливается вблизи низкого источника, но в то же время для перегретого выброса увеличивается его подъем из трубы в верхние слои атмосферы, где примесь рассеивается. Однако если при этом наблюдается инверсия температуры (повышение температуры воздуха с высотой), то может образоваться задерживающий слой, который будет препятствовать подъему выбросов. Тогда концентрация примеси у земли резко возрастает.

Существенное увеличение концентрации примеси в атмосфере наблюдается, когда преобладают ветры со стороны местных промышленных объектов.

В слое тумана концентрация примеси возрастает, поскольку капли тумана ее поглощают. При этом, например, из сернистого газа в каплях тумана образуется более токсичная серная кислота.

Длительные и интенсивные атмосферные осадки очищают атмосферу от примеси.

Солнечная радиация обуславливает фотохимические реакции в атмосфере и формирование различных вторичных продуктов часто с более токсичными свойствами, чем вещества, поступающие от источника.

Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_M (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного источника определяется по следу-

ющими формулам для нагретых выбросов и для холодных выбросов.

Для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$):

$$C_M = \frac{A \cdot V \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot T}}.$$

Для холодных выбросов ($\Delta T = 0$):

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot k}{H^{4/3}}.$$

где A — коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы.

Место расположения источника выброса	Коэффициент A
Районы Средней Азии южнее 40° с. ш., Читинской области и Бурятии	250
Для районов РФ южнее 50° с. ш.; для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа; для азиатской территории РФ, Дальнего Востока, остальной территории Сибири	200
Для Европейской территории РФ и Урала от 50 до 52° с. ш. (за исключением центра ЕТ)	180
Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением центра ЕТ)	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

M (г/с) — масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (мощность источника).

F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере ($F = 1$ для газов и мелкодисперсной пыли).

Наименование	F
Газы, мелкодисперсные аэрозоли (пыли, золы и т. п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна 0	1
Мелкодисперсные аэрозоли (кроме указанных выше) при коэффициенте очистки:	
• не менее 90%;	2
• от 75 до 90%;	2,50
• менее 75%;	3
• при отсутствии очистки	3

m, n, k — коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника.

Коэффициент m :

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100,$$

$$\text{где } f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}.$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100.$$

ω_0 — скорость выброса, м/с;

D — диаметр устья источника, м;

H — высота источника, м;

ΔT — разность между температурой выбрасываемой газовой смеси (T_r) и температурой окружающего атмосферного воздуха (T_b).

Коэффициент n :

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от V_M :

а) $n = 1$ при $V_M \geq 2$;

б) $n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13V_M + 3,13$ при $0,5 \leq V_M < 2$;

в) $n = 4,4 \cdot V_M$ при $V_M < 0,5$,

где V_M — это параметр, определяющий среднюю скорость ветра, м/с.

Для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$):

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}.$$

Для холодных выбросов ($\Delta T = 0$):

$$V_M = \frac{\omega_0 D}{H}.$$

V_1 — расход газовой смеси, м³/с.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0.$$

Коэффициент k :

$$k = \frac{D}{8 \cdot V_1}.$$

η — безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности.

Если перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то $\eta = 1$.

Определение опасного расстояния от источника выброса

Расстояние X_M (м) от источника выброса, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле:

$$X_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H,$$

где коэффициент d для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$) определяется:

$$d = \begin{cases} 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) & \text{при } V_M \leq 0,5, \\ 4,95 \cdot V_M \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) & \text{при } 0,5 < V_M \leq 2, \\ 7 \cdot V_M \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) & \text{при } V_M > 2, \end{cases}$$

для холодных выбросов ($\Delta T = 0$) определяется:

$$d = \begin{cases} 5,7 & \text{при } V_M \leq 0,5, \\ 11 \cdot V_M & \text{при } 0,5 < V_M \leq 2, \\ 16 \cdot \sqrt{V_M} & \text{при } V_M > 2. \end{cases}$$

Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу

ПДВ вредных веществ в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую предельно допустимую концентрацию (ПДК) для выбрасываемого вредного вещества.

При установлении ПДВ учитывают фоновые концентрации C_{Φ} . Фоновая концентрация вредного вещества в атмосфере — концентрация этого вещества без учета вклада данного источника.

Для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$):

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\Phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \text{ г/с.}$$

Для холодных выбросов ($\Delta T = 0$):

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\Phi}) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot 3 \cdot k} \text{ г/с.}$$

Определение минимальной высоты источника выброса

Если приземная концентрация вредного вещества превышает допустимую (ПДК), то необходимо разработать мероприятия по снижению этой концентрации.

Одним из путей решения этой проблемы является увеличение высоты источника выбросов.

Минимальная высота источника выброса определяется по формуле:

$$H_{MN} = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot K}{(\text{ПДК} - C_{\Phi})} \right]^{3/4}.$$

Если высота источника получается больше, чем реально можно построить, то на данном источнике необходимо установить очистное устройство.

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев невозможно ограничить содержание вредных примесей на выходе из источника выброса до уровня ПДК. Тем не менее допустимые уровни загрязнения в жилых районах должны соблюдаться независимо от расстояния между этими районами и источниками выбросов вредных веществ в атмосферу. Управлять процессами рассеивания загрязнений человек не может, поскольку они всецело зависят от метеорологических и климатических

условий. Следовательно, необходимо ограничивать и регламентировать количество выбрасываемых веществ таким образом, чтобы с учетом рассеивания соблюдались нормативы качества воздуха.

Влияние метеорологических условий на вегетацию растений

Рост растений, проявляющийся в накапливании органической массы, является результатом двух противоположных процессов — ассимиляции (*assimilis*, лат. — сходный, процесс, связанный с поглощением из окружающей среды, усвоением и накоплением химических веществ, используемых для синтеза соединений, нужных для организма) и диссимиляции (*dissimilis*, лат. — несходный, процесс расщепления в живом организме органических веществ на более простые соединения — ведет к освобождению энергии). Влияние температуры на эти процессы различно.

Однако для того и другого процесса общим является наличие точек минимума, оптимума и максимума температуры воздуха, соответствующих разной интенсивности процесса. Следовательно, для каждого процесса существует своя минимальная, оптимальная и максимальная температура.

Биологический минимум — температурный предел, при достижении которого начинается рост и развитие растений (вегетация).

Большинство диких растений и сельскохозяйственных культур умеренных широт начинают свои жизненные процессы не сразу после оттаивания снега и установления положительной температуры воздуха, а при устойчивом переходе средней суточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (биологический минимум температуры).

Температурный оптимум — температура, при которой процесс вегетации идет наиболее интенсивно.

Биологический максимум — температурный предел, при котором прекращается рост и развитие растений.

Чем раньше начинается вегетация, тем выше вероятность получения повышенного урожая сельскохозяйственных культур.

Гидрометеорологическое обеспечение сельского хозяйства

Правильное использование агрометеорологической информации и рекомендаций дает значительный экономический эффект.

Своевременное получение и правильное использование метеорологической информации способствует увеличению продукции и доходов сельских хозяйств при благоприятно складывающихся погодных условиях, либо уменьшению потерь при неблагоприятных метеорологических условиях.

Фактический экономический эффект, полученный в результате отдельного прогноза (рекомендации), устанавливается сопоставлением результатов, полученных с учетом агрометеорологической информации, и результатов без ее учета.

Во многих районах большой ущерб хозяйствам наносят поздние весенние и ранние осенние заморозки. В тех случаях, когда эти явления своевременно предсказаны и хозяйствами приняты должные меры, эффект прогнозов (предупреждений) очень велик.

В первую очередь это относится к хозяйствам, занятым выращиванием трудоемких культур (томаты, перец, баклажаны, капуста и др.).

При успешном прогнозе весенних заморозков эффект заключается не только в спасении рассады овощных и технических культур, но и в предотвращении снижения их урожайности.

Уравнение для расчета экономической эффективности успешного прогноза весеннего заморозка можно записать в виде:

$$\text{ЭЭ} = S[(I_1 + I_2 + \Delta УЦ - Z_2)] \cdot K_y.$$

Здесь:

- S — площадь, на которой сохранена рассада, га;
- I_1 — стоимость рассады, необходимая для засева 1 га;
- I_2 — стоимость работы по высадке рассады в открытый грунт, руб./га;
- $\Delta У$ — недобор урожайности вследствие пересева и нарушения в связи с этим оптимальных агротехнических сроков работ, т/га;
- $Ц$ — закупочная цена на данный вид продукции, руб./т;
- Z_2 — затраты на защиту от заморозков, руб./га;
- K_y — коэффициент долевого участия регионального управления Росгидромета, в данном случае всегда равен 1.

В случае слабого заморозка, которым могла быть повреждена часть растений, необходимо вводить коэффициент, характеризующий долю повторной посадки.

Литература

При решении заданий инженерного этапа можно пользоваться следующими источниками:

1. Алисов Б. П., Полтараус Б. В. Климатология. — М. : Изд-во МГУ, 1974. 300 с.
2. Бройдо А. Г. Задачник по общей метеорологии. Л. : Гидрометеоиздат, 1970. 224 с.
3. Бройдо А. Г., Зверева С. В., Курбатова А. В., Ушакова Т. В. Задачник по общей метеорологии. Л. : Гидрометеоиздат, 1984. 312 с.
4. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л. : Гидрометеоиздат, 1984. 751 с.
5. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы. СПб. : Гидрометеоиздат, 2000. 778 с.
6. Рыбакова Ж. В. Физическая метеорология (отдельные разделы) : учеб. пособие. Томск : Изд-во Томского университета, 2013. 364 с.
7. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Л. : Гидрометеоиздат, 1974. 568 с.
8. Градостроительная климатология: учебное пособие / В. Н. Куприянов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Казан. гос. архитектур.-строит. ун-т. Ка-

- заны: [Изд-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета], 2012. 146 с.
9. Интерактивная карта прогноза климата на сайте Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова «Изменения климата в 21 веке» www.voeikovmgo.ru.
 10. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г. И. Пиловец. М.: НИЦ Инфра-М; 2013. 399 с.
 11. Сборник задач и вопросов по агрометеорологии: учеб. пособие / А. П. Лосев. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 170 с. Ссылка для доступа <http://znanium.com/bookread2.php?book=551578>.
 12. www.meteorf.ru официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.
 13. www.global-climate-change.ru портал «Изменение климата».
 14. http://www.firststep.ru/library/technical/technical-books/metod_kn01.pdf.
 15. <https://meteoinfo.ru/images/misc/kn-01-synop.pdf>.
 16. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/60949/1/978-5-7996-2341-8_2018.pdf.
 17. Постановление Правительства РФ от 09.12.2020 N 2055 «О предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух» (вместе с «Положением о предельно допустимых выбросах, временно разрешенных выбросах, предельно допустимых нормативах вредных физических воздействий на атмосферный воздух и разрешениях на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух»), <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/001202012150010>.
 18. Расписание Погоды. www.rp5.ru
 19. сайта прогноза погоды Ventusky <https://www.ventusky.com/?p=50.7;24.5;3&l=wind-300hpa&t=20230802/1200>.
 20. Сайт Университет Вайоминга для радиозондирования <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>.

Задания

Задача П.3.11.1. Остров тепла (8 баллов)

Темы: температура.

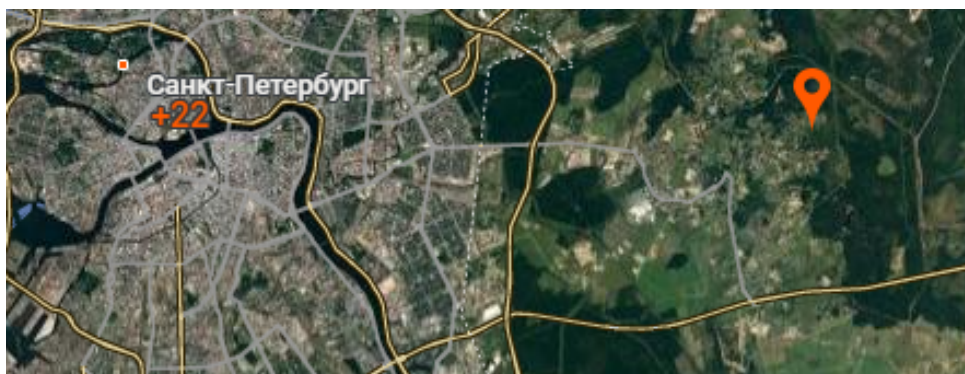
Условие

Город — это искусственно построенная среда, имеющая свой микроклимат. Температура, ветровой режим, облачность и осадки — все может отличаться от пригорода. Городской остров тепла (остров тепла) — метеорологическое явление, заключающееся в повышении температуры городского пространства относительно окружающих его сельских областей. Зона повышенных температур над городами называется островом тепла.

Рассчитайте разницу среднесезонных температур в центре Санкт-Петербурга и в Ленинградской области за лето 2022 г.

Для этого на сайте Расписание погоды <https://rp5.ru> найдите данные двух метеостанций.

Одна находится в центре города на Васильевском острове, ее номер 26063. Другая — во Всеволожском районе Ленинградской области в поселке Воейково в 22 км от города, ее номер 26002.



Для того чтобы узнать среднюю температуру на станции Воейково за летний период 2022 г., перейдите в Архив погоды на станции (https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Воейково) во вкладку «Статистика погоды». Введите диапазон дат 01.06.2022–01.09.2022. Выберите для расчета параметр Температуры, обозначенный буквой «Т». Нажмите клавишу «Выполнить расчет». Спишите среднюю температуру.

Аналогично узнайте среднюю температуру за тот же период на станции в Санкт-Петербурге.

Вычислите разницу температур и запишите ее с точностью до одного знака после запятой. Образец ответа: 9,9.

Решение

Средняя температура за период 01.06.2022–01.09.2022 на станции 26063: 19,3 °С, на станции 26002: 18,1 °С.

$$19,3 - 18,1 = 1,2 \text{ °С.}$$

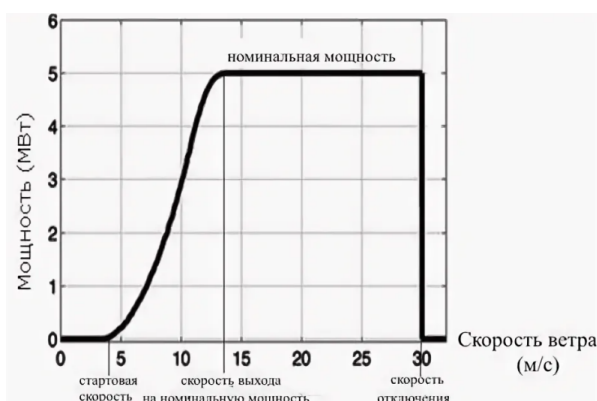
Ответ: 1,2.

Задача II.3.11.2. Ветроэнергетика (8 баллов)

Темы: скорость ветра.

Условие

Установка ветровых электростанций — самый экологичный способ добывания электроэнергии. Чтобы лопасти колеса ветроэлектроустановки начали вращаться, а турбина вырабатывать ток — нужен ветер со скоростью не ниже 4 м/с. При меньшем ветре установка будет простаивать.



Выберите город, в котором выгоднее установить ветроэлектротурбину: Москва или Санкт-Петербург. Вычислите, в каком городе меньше дней с простоем, т. е. дней, когда скорость ветра была в диапазоне $0 \leq v < 4$ м/с. Найдите процентное количество сроков с простоем в каждом городе и напишите в ответ разницу, округлив ее до целых (точность 1%). Образец ответа: 99.

Для этого на сайте Расписание погоды <https://rp5.ru> найдите данные двух метеостанций: Пулковое (Санкт-Петербург) и Шереметьево (Москва). Скачайте архив метеорологических измерений двух метеостанций за весь 2022 г.

Файл в формате GZ можно распаковать любым архиватором. Скорость ветра в распакованном файле обозначена как Ff.

Решение

Общее количество измерений скорости ветра в Пулковое за 2022 год 17401, количество сроков со штилями, т. е. скоростью ветра в диапазоне $0 \leq v < 4$ — 8478. Процентное количество штилей 48,7%.

Общее количество измерений скорости ветра в Шереметьево за 2022 год 17466, количество сроков со штилями, т. е. скоростью ветра в диапазоне $0 \leq v < 4$ — 5619. Процентное количество штилей 32,2%.

Разница составляет 16,5%.

Ответ: 17 ± 1 .

Задача II.3.11.3. Полет самолета (8 баллов)

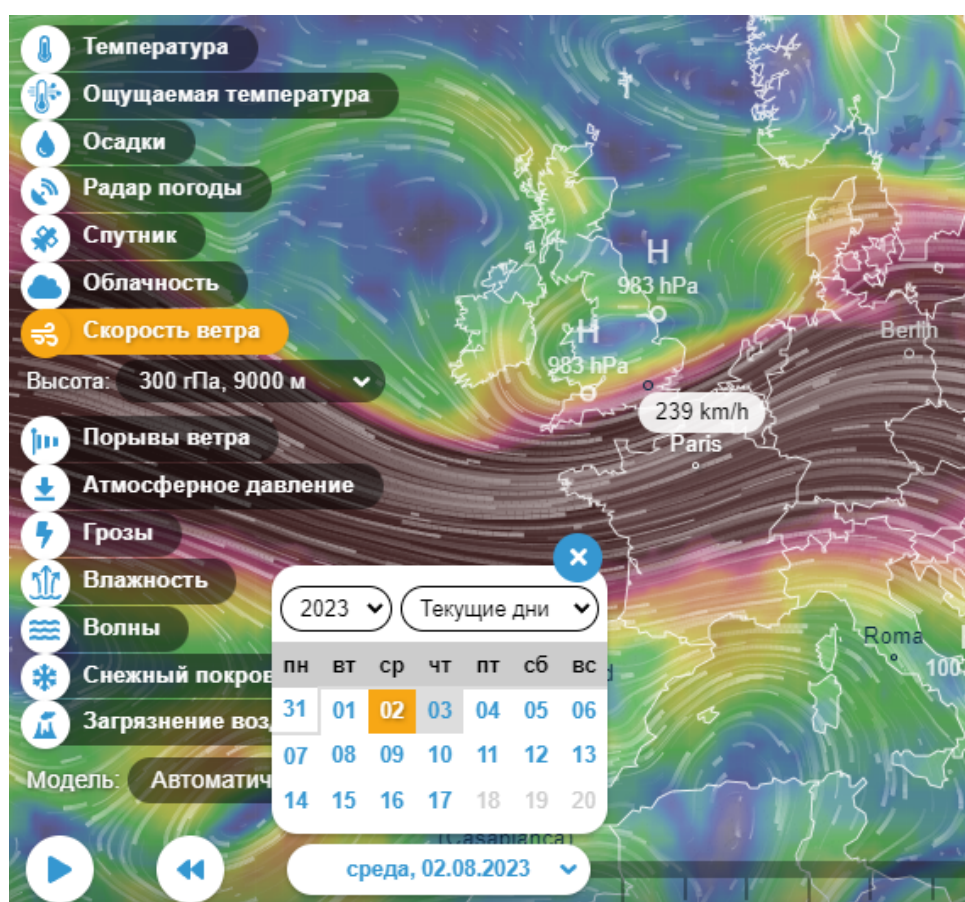
Темы: скорость ветра.

Условие

Допустим, самолет, имеющий скорость 800 км/ч, вылетел из Парижа в Берлин 2 августа 2023 г. в 15 час. Самолет поднялся на высоту 9 км и попал в струйное течение (сильный ветер), его скорость относительно земли изменилась. Найдите с помощью чешского сайта прогноза погоды Ventusky (<https://www.ventusky.com/?p=50.7;24.5;3&l=wind-300hpa&t=20230802/1200>) максимальную скорость струйного течения между Парижем и Берлином на высоте 9 км и определите путевую скорость самолета относительно земли, округлив ее до десятков (точностью 10 км/ч). Образец ответа: 9990.

Решение

На метеорологическом сайте здесь (<https://www.ventusky.com/?p=50.7;24.5;3&l=wind-300hpa&t=20230802/1200>) открыть карту за 2 августа 2023 г, установить время 15 час, выбрать параметр — скорость ветра на высоте 300 гПа или 9000 м. Струйное течение направлено от Парижа к Берлину, т. е. ветер для самолета попутный. Значит, путевая скорость будет равна скорости самолета без ветра плюс скорость ветра.



Максимальный ветер 239 км/ч. Путевая скорость $800 + 239 = 1039$ км/ч.

Ответ: 1040 ± 10 .

Задача П.3.11.4. Структура атмосферы (4 балла)

Темы: изменение температуры воздуха с высотой, аэрологическая диаграмма.

Условие

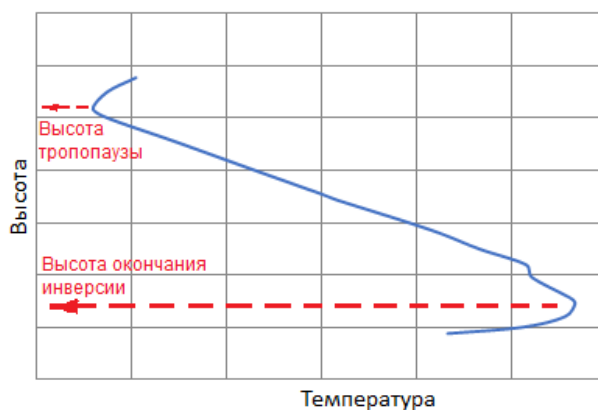
В Горном Алтае на станции Кош-Агач в декабре в 05 ч 29 мин среднего солнечного времени запущен радиозонд. С помощью термометра радиозонда получены следующие данные температуры воздуха на разных высотах.

z , км (высота)	t , °C (температура воздуха)
1,76	-26,7
2,00	-18,9
2,40	-14,4
2,90	-13,3
3,10	-13,7
3,90	-17,8
4,40	-18,5
5,00	-23,4
5,54	-27,1
6,00	-30,8
6,85	-38,2
7,11	-40,1
8,00	-47,0
9,00	-54,6
10,00	-62,5
10,35	-64,0
11,00	-62,5
11,54	-59,5

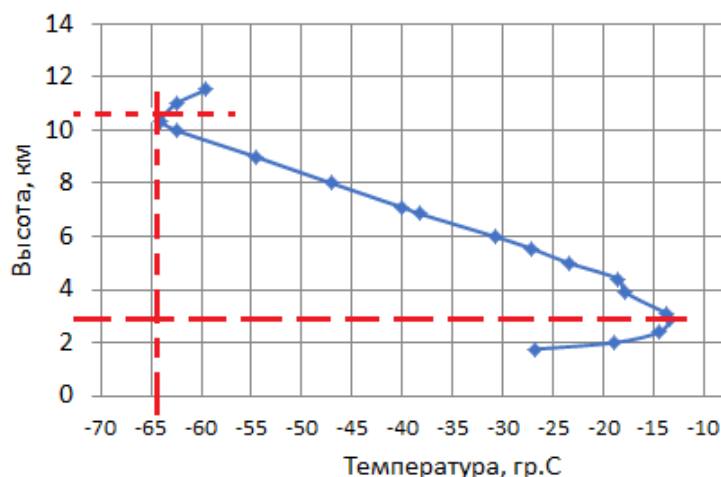
Постройте график, по оси абсцисс которого отложите значение температуры воздуха, по оси ординат — высоту, на которой измерено данное значение температуры. По графику определите следующие параметры:

- высоту тропопаузы;
- высоту окончания инверсии.

Запишите ответ с точностью 0,5 км. Образец ответа: $9,0 \pm 0,5$; $9,0 \pm 0,5$.



Решение



Снимем с графика координаты точек перегибов полученной кривой. Слой инверсии заканчивается на высоте 3 км, высота тропопаузы составляет 10,8 км.

Ответ: $3,0 \pm 0,5$; $11,0 \pm 0,5$.

Задача П.3.11.5. Болтанка самолета (8 баллов)

Темы: изменение температуры воздуха с высотой, вертикальный градиент температуры воздуха.

Условие

«Болтанкой» самолета называют броски самолета при полете. Болтанка вызывается неустойчивым состоянием атмосферы. При неустойчивом состоянии и большом влагосодержании атмосферы также возникает термическая конвекция, приводящая к образованию кучевых и кучево-дождевых облаков. С состоянием неустойчивости связано образование ливней, гроз, града, малых вихрей, шквала и т. п.

Степень устойчивости атмосферы определяют по значению и знаку вертикального градиента температуры, который характеризует изменение температуры воздуха в вертикальном направлении на 100 м высоты. Вертикальный градиент в тропосфере имеет среднее значение $0,65\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты. Температуру на высотах измеряют в процессе радиозондирования.

Так, с помощью радиозонда в декабре над станцией Кош-Агач (Горный Алтай) в 05 ч 29 мин среднего солнечного времени получены следующие данные температуры воздуха на разных высотах.

z , км (высота)	t , $^{\circ}\text{C}$ (температура воздуха)
1,76	-26,7
2,00	-18,9
2,40	-14,4
2,90	-13,3
3,10	-13,7

z , км (высота)	t , °С (температура воздуха)
3,90	-17,8
4,40	-18,5
5,00	-23,4
5,54	-27,1
6,00	-30,8
6,85	-38,2
7,11	-40,1
8,00	-47,0
9,00	-54,6
10,00	-62,5
10,35	-64,0
11,00	-62,5
11,54	-59,5

Определите толщину слоя атмосферы, где возможна болтанка самолета. Началом такого слоя будем считать высоту, на которой значение вертикального градиента температуры воздуха становится больше $0,65\text{ °С}/100\text{ м}$, окончанием — соответственно высоту, на которой градиент становится меньше $0,65\text{ °С}/100\text{ м}$.

Обычная высота полета самолета 9–12 км. Определите высоту, на которую пилот должен поднять самолет, чтобы избежать болтанки. Возьмите высоту с запасом 0,5 км.

Для этого рассчитайте значения вертикального градиента температуры воздуха в слоях между приведенными высотами, обратив особое внимание на знак полученных значений:

$$\gamma = -\frac{\partial t}{\partial z} = -\frac{\Delta t}{\Delta z} = -\frac{(t_2 - t_1)}{(z_2 - z_1)}.$$

Обратите внимание, что значение γ должно быть в $\text{°С}/100\text{ м}$.

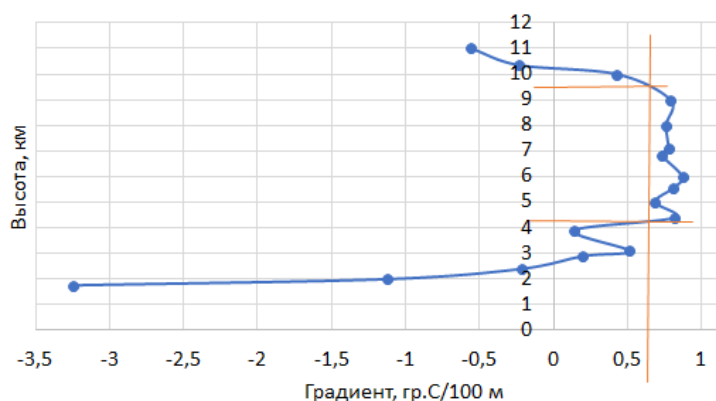
Постройте график, по оси абсцисс которого отложите значение γ , по оси ординат — высоту. Отложите вертикаль $\gamma = 0,65$. Снимите с графика координаты точек пересечений полученной кривой с линией $\gamma = 0,65$. Толщину слоя и высоту полета запишите в ответ с точностью 0,5 км. Образец ответа: $9,0 \pm 0,5$; $9,0 \pm 0,5$.

Решение

Допустим, на высоте 0,5 м температура воздуха $10,0\text{ °С}$, а на высоте 5 м она составляет $9,9\text{ °С}$. Чтобы вычислить вертикальный градиент температуры (γ), нужно найти разность температур на двух высотах и разность высот, в данном случае они составляют $0,1\text{ °С}$ и $4,5\text{ м}$ соответственно. Тогда:

$$\gamma = \frac{0,1\text{ °С}}{4,5\text{ м}} = 0,022\text{ °С}/\text{м} = 2,2\text{ °С}/100\text{ м}.$$

График вертикального градиента от высоты будет выглядеть так.



Снимем с графика координаты точек пересечений полученной кривой с линией $\gamma = 0,65$. Начало болтанки на высоте 4,4 км, окончание — 9,5 км. Толщина слоя 5,1 км. Высота подъема самолета $9,5 + 0,5$ (запас высоты) = 10,0 км.

Ответ: $5,0 \pm 0,5$; $10,0 \pm 0,5$.

Задача II.3.11.6. Роза ветров (4 балла)

Темы: направление ветра.

Условие

Повторяемость направлений ветра по румбам в процентах в городе Охотске в январе и июле представлена в таблице.

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Январь	91	2	2	1	1	0	0	3
Июль	10	2	12	34	23	14	2	3

Постройте две розы ветров. Проанализируйте вид розы ветров. Напишите в ответе, что напоминает форма розы ветров в каждом месяце (строительная кельма для кирпичной кладки; иголка; диск Луны; кленовый лист).

Решение



Ответ:

- январь — иголка;
- июль — строительная кельма для кирпичной кладки.

Задача П.3.11.7. Отопительный сезон (8 баллов)

Темы: средняя температура воздуха.

Условие

Известно, что в городах включают отопительные батареи, когда температура воздуха за окном устойчиво опустится ниже $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. И соответственно, батареи выключают, когда температура станет выше $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите длину отопительного сезона в городе Казани по данным средней месячной температуры наружного воздуха.

Месяц	I	II	III	IV	V	VI
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-12,9	-11,5	-5,0	+4,9	+13,5	+17,5

Месяц	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, $^{\circ}\text{C}$	+19,8	+17,7	+11,7	+3,8	-3,4	-9,4

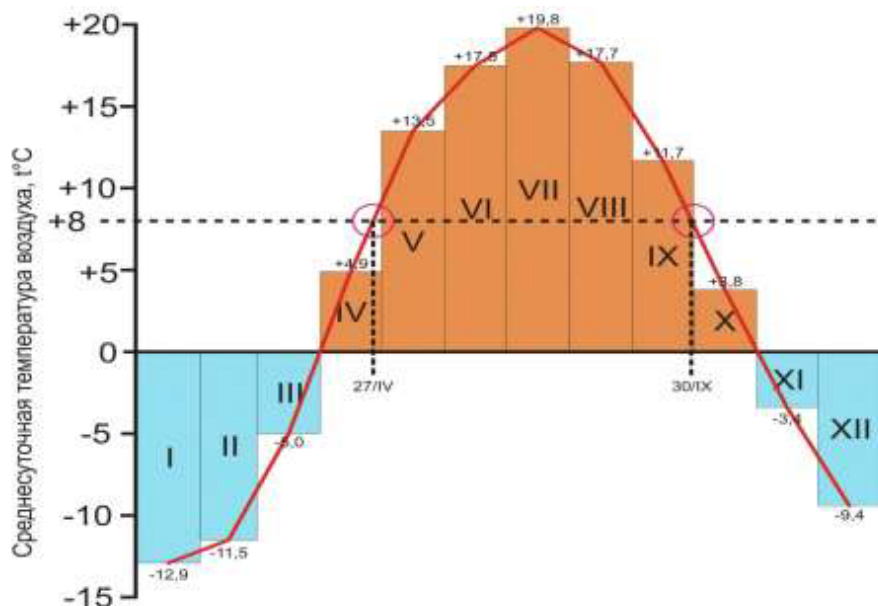
Для этого постройте график годового хода температуры воздуха. График строится методом гистограмм: средняя месячная температура воздуха изображается в виде прямоугольника, у которого основание равно числу дней месяца, а высота — средней температуре воздуха за данный месяц. Кривая годового хода проводится так, чтобы отрезок, который она отсекает с одного конца прямоугольника, был равен по площади отрезку, который она прибавляет к нему с другой стороны.



На графике проведите линию со значением $y = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Опуская перпендикуляр на ось x , снимите даты перехода средней суточной температуры воздуха заданного значения $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$, и, по разнице между датами, определите продолжительность отопительного периода в сутках. Длительность периода запишите в ответ. Образец ответа: 999.

Решение

По данным таблицы строим график годового хода температуры воздуха. По оси x откладываем продолжительность месяца в сутках, по оси y — среднемесячные температуры воздуха в градусах Цельсия.



На графике находим точки пересечения гистограммы с линией, проведенной через значение оси y , равное $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Опуская перпендикуляр на ось x , получаем даты начала и конца периода со средней суточной температурой воздуха, равной и ниже $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (30.IX и 27.IV).

Определяем продолжительность данного периода:

$$1 \text{ сутки (сентябрь)} + 31 \text{ (октябрь)} + 30 \text{ (ноябрь)} + 31 \text{ (декабрь)} + \\ + 31 \text{ (январь)} + 28 \text{ (февраль)} + 31 \text{ (март)} + 27 \text{ (апрель)} = 210 \text{ суток.}$$

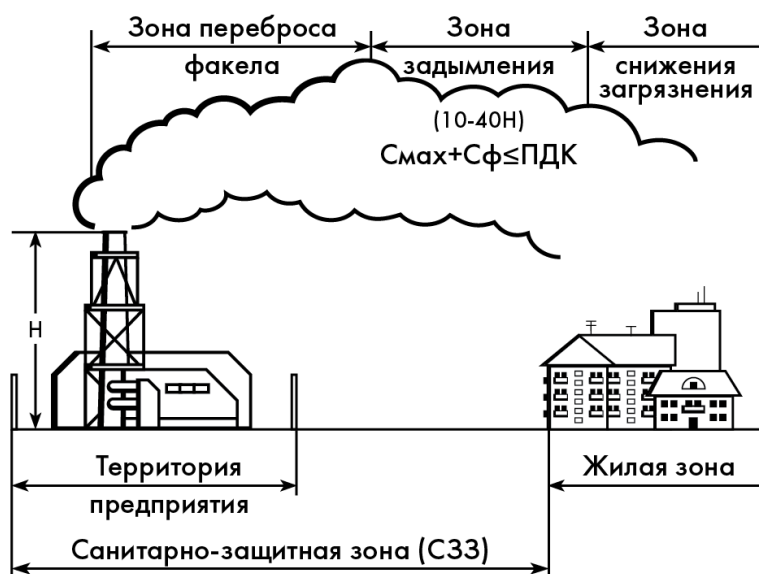
Ответ: 210 (возможная ошибка 5 суток).

Задача П.3.11.8. Максимальная приземная концентрация вредного вещества (6 баллов)

Темы: ПДК.

Условие

Промышленное предприятие, расположенное в Нижнем Новгороде, выбрасывает в атмосферу каждую секунду 1,2 г оксида железа. Высота трубы составляет 20 м, а ее диаметр 1,2 м. Выбрасываемое облако имеет температуру $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Предельно допустимая концентрация FeO, не приносящая вреда, составляет $\text{ПДК} = 0,04 \text{ мг/м}^3$. Определите, превышает ли максимальная приземная концентрация FeO этот уровень. Учтите, что фоновая концентрация FeO $= 0,001 \text{ мг/м}^3$, а температура окружающей среды $t_{\text{в}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Если рассчитанная концентрация превысит ПДК — в ответ запишите разницу между ПДК и рассчитанной с минусом; в противном случае — с плюсом. Разницу запишите с точностью $0,01 \text{ мг/м}^3$.

Определите «опасное» расстояние от источника выброса, т. е. расстояние от трубы, на котором может наблюдаться найденная максимальная концентрация FeO. Расстояние запишите с точностью 1 м. Ответ запишите по образцу: $-9,99 \pm 0,01$; 999 ± 1 .

Решение

Т. к. $\Delta T = 35 \text{ }^\circ\text{C} > 0$, то источник выбрасывает нагретые выбросы.

Максимальную приземную концентрацию вредного вещества для нагретых выбросов C_{M} найдем по формуле:

$$C_{\text{M}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

где

- мощность источника $M = 1,2 \text{ г/с}$;
- высота источника $H = 20 \text{ м}$;
- температура выброса $t_{\text{г}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$;
- скорость выброса $\omega_0 = 2,5 \text{ м/с}$;
- размер устья источника $D = 1,2 \text{ м}$;
- выбрасываемое вещество FeO;
- температура окружающей среды $t_{\text{в}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- $A = 160$;

- $F = 1$;
- $h = 1$.

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,536} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,536}} = 0,98.$$

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{2,5^2 \cdot 1,2}{20^2 \cdot 35} = 0,536.$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 2,5 = 2,83 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,83 \cdot 35}{20}} = 1,107 \text{ м/с}.$$

Т. к. $0,5 < V_M < 2$ то, $n = 0,532 \cdot V_M^2 - 2,13 \cdot V_M + 3,13 = 1,49$.

$$C_M = \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1,49 \cdot 1}{20^2 \sqrt[3]{2,83 \cdot 35}} = 0,152 \text{ мг/м}^3.$$

Сложим найденную концентрацию с фоновым значением ($C_{\text{Ф}} = 0,001 \text{ мг/м}$):

$$C_M + C_{\text{Ф}} = 0,152 + 0,001 = 0,153 \text{ мг/м}^3.$$

Поскольку ПДК = 0,04 мг/м³:

$$C_M + C_{\text{Ф}} > \text{ПДК}.$$

Концентрация оксида железа превышает допустимую.

Искомая разница составит: $0,04 - 0,152 = -0,112 \text{ мгм/м}^3$.

Определение опасного расстояния от источника выброса:

$$X_M = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H.$$

$$d = 4,95 \cdot V_M \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 4,95 \cdot 1,107 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,536}) = 6,73.$$

$$X_M = \frac{5 - 1}{4} \cdot 6,73 \cdot 20 = 134,5 \text{ м}.$$

Максимальная концентрация оксида железа достигается на расстоянии 134,5 м от источника.

Ответ: $-0,11 \pm 0,01$; 135 ± 1 .

Задача П.3.11.9. Выбросы вредных веществ в атмосферу (6 баллов)

Темы: источник выброса.

Условие

Промышленное предприятие, расположенное в Нижнем Новгороде, выбрасывает в атмосферу каждую секунду 1,2 г оксида железа. Определите, каким должен быть предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу, чтобы не превышать ПДК, при следующих условиях: высота трубы составляет 20 м, ее диаметр 1,2 м. Выбрасываемое облако имеет температуру 60 °С.

Если реальная концентрация окажется выше допустимой, нужно разработать мероприятия по уменьшению концентрации вредного вещества. Одним из таких мероприятий является увеличение высоты источника выброса. Определите, до какого значения нужно увеличить высоту трубы данного промышленного предприятия. Если высота окажется выше практически строящихся, для уменьшения концентрации необходимо устанавливать очистные сооружения.

Предельно допустимый выброс запишите с точностью 0,01 г/с, а высоту трубы с точностью 10 м. Образец ответа: $0,99 \pm 0,01$; 990 ± 10 .

Решение

Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу:

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\Phi}) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} = \frac{(0,04 - 0,001)20^2}{160 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1,49 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,83 \cdot 35} = 0,308 \text{ г/с.}$$

$$\text{ПДВ} = 0,308 \text{ г/с} < M = 1,2 \text{ г/с.}$$

$$\text{ПДВ} < M.$$

Определение минимальной высоты источника выброса:

$$k = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1,2}{8 \cdot 2,83} = 0,53.$$

$$H_{MN} = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot D \cdot K}{(\text{ПДК} - C_{\Phi})} \right]^{3/4} = \left[\frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1}{(0,04 - 0,001)} \right]^{3/4} = 674 \text{ м.}$$

$$\text{ПДВ} = 0,308 \text{ г/с} < M = 1,2 \text{ г/с.}$$

$\text{ПДВ} < M$, поэтому необходимо разработать мероприятия по уменьшению концентрации вредного вещества.

$H_{min} = 674$ м. Высота источника $H = 674$ м является выше практически строящихся, поэтому для уменьшения концентрации оксида железа до ПДК необходимо установить очистные сооружения.

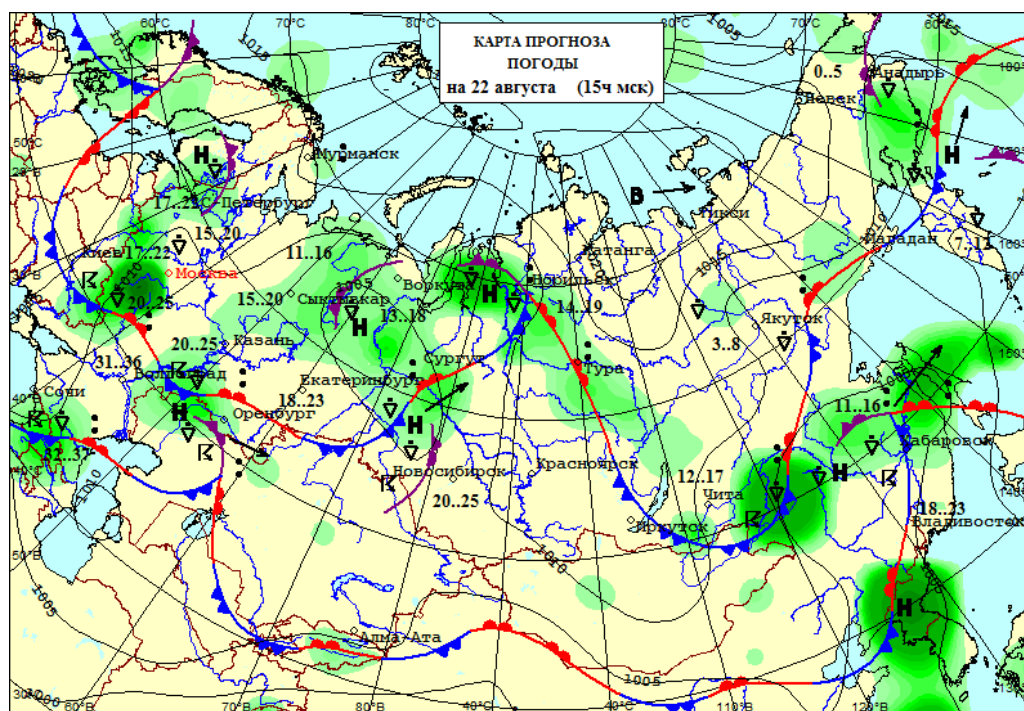
Ответ: $0,31 \pm 0,01$; 670 ± 10 .

Задача П.3.11.10. Прогноз погоды (4 балла)

Темы: синоптическая карта.

Условие

Ольга Владимировна живет в Новгородской области. Прослушав прогноз погоды на завтра (22 августа 2023 г.), позвонила своему родственнику, Александру Сергеевичу, который живет в Хабаровском крае. Оказалось, что на завтра у обоих прогнозируется одинаковое явление погоды. С помощью синоптической карты определите, о каком явлении идет речь.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

В область высокого атмосферного давления
 Н область низкого атмосферного давления
 → направление перемещения барических образований
 — теплый атмосферный фронт

▲ холодный атмосферный фронт
 1010 изобары и давление (гПа)
 ▲ фронт оклюзии
 1...5 температура воздуха (°C)

* снег : дождь ∇ ливневые осадки
 † метель ⚡ гроза ☁ гололед
 ≡ туман

Выберите все подходящие ответы из списка:

1. снег;
2. метель;
3. гололед;
4. гроза;
5. ливневый дождь;
6. туман.

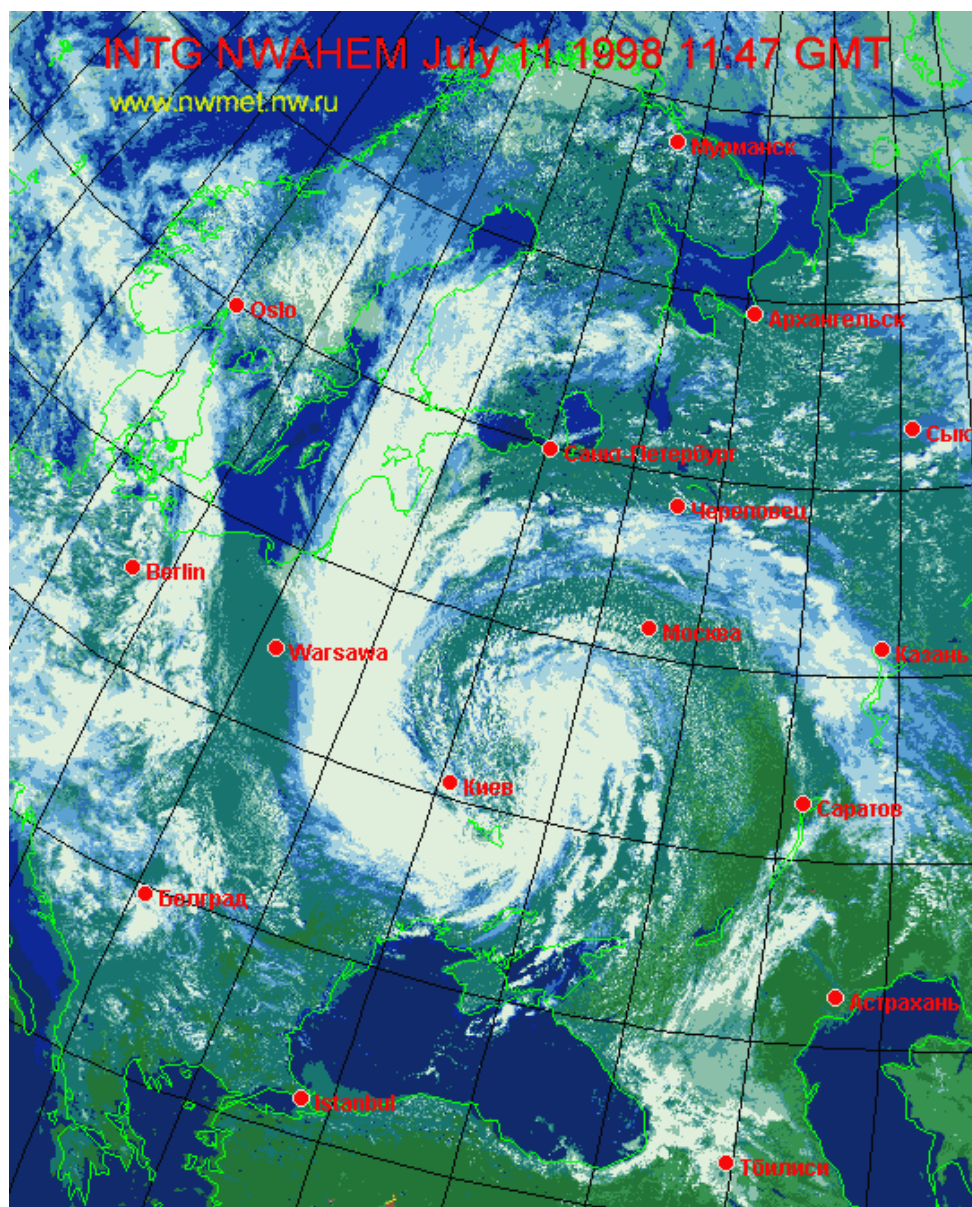
Ответ: 5.

Задача П.3.11.11. Синоптические процессы (8 баллов)

Темы: циклоны, антициклоны и атмосферные фронты (холодные и теплые).

Условие

Обширная метеорологическая информация, регулярно получаемая со спутников, находит широкое применение в синоптической практике. Облачные системы разнообразных синоптических образований (фронтов, циклонов, ураганов, зон конвергенции и др.) настолько типичны, что использование изображений облачного покрова стало незаменимым средством прогноза крупномасштабных атмосферных процессов.



Глядя на спутниковый снимок, ответьте на следующие вопросы:

1. Какой синоптический процесс вы видите в центре снимка?
 - А. антициклон;
 - В. циклон;
 - С. молодой антициклон.
2. Что представляет собой облачная дуга, проходящая через Череповец – Казань – Саратов?
 - А. теплый фронт;
 - В. холодный фронт;

С. фронт окклюзии.

3. Через какие города и географические объекты проходит теплый фронт?

А. Киев – Варшава – Скандинавский п-ов;

В. Осло – Берлин – Белград;

С. Санкт-Петербург – Череповец – Москва.

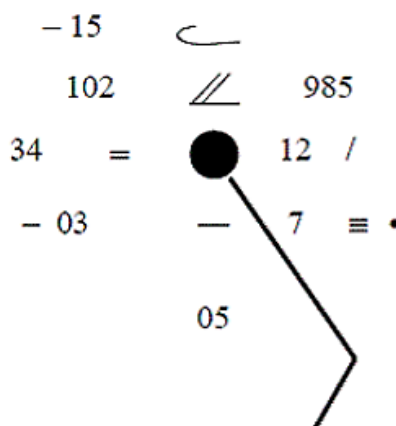
Ответ: 1 – В, 2 – В, 3 – А.

Задача П.3.11.12. Кодировка погоды (4 балла)

Темы: приземная карта погоды.

Условие

«Прочитайте» погоду в Санкт-Петербурге.



1. В Санкт-Петербурге облачность (10/5/0) баллов.
2. Вид облачности (перистая/кучевая/высоко-слоистая).
3. Высота нижней границы облаков (150/500/50) м.
4. Направление ветра у земли (135/225/90)°, скорость (5/10/15) м/с.
5. Температура воздуха (10,2/3,4/7) °С.
6. Температура точки росы (-0,3/0,3/7) °С.
7. Давление, приведенное к уровню моря (998,5/985/10200) гПа.
8. Между сроками (туман, морось/гололед с дождем/землетрясение).

Ответ:

1. 10;
2. перистая;
3. 150;
4. 135, 5;
5. 10,2 °С;
6. -0,3 °С;
7. 998,5;

8. туман, морось.

Задача П.3.11.13. Вегетация растений (10 баллов)

Темы: вегетация, средняя месячная температура воздуха.

Условие

Качество и количество урожая в сельском хозяйстве зависит от периода вегетации. Почти во всей Европе, России, Канаде и некоторых частях США считается, что вегетационный период — это время от последних заморозков весной до первых заморозков осенью. Начало вегетации — устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Определите, в каком из пяти населенных пунктов: Белогорка и Тихвин в Ленинградской области, Йошкар-Ола, Казань и Порецкое в Поволжском регионе — раньше других начинается вегетация растений. Для исследования возьмите период с 1971 по 2020 гг., по которому определите дату устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Значения средней месячной температуры воздуха для метеостанций в районе приведенных населенных пунктов найдите на сайте Мирового центра данных ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» <http://meteo.ru/data>. Выберите данные за 4 месяца — март, апрель, май и июнь с 1971 г. по 2020 г.

Сначала необходимо пройти регистрацию на сайте. Далее из алфавитного списка выбрать указанные метеостанции, указать необходимый период и выбрать соответствующие месяцы. Разделитель — пробел. Полученный результат загрузить в ZIP-архиве. После разархивации данные копируются, и мастером «вставка» переносятся в Excel, где рассчитываются средние месячные температуры воздуха для каждого месяца по 50 значениям. Годы, в которых отсутствуют значения за март, апрель и май, из расчета выводятся, что приведет к сокращению периода осреднения.

Объявления		Комментарии	
Раздел БД	Месяц	источник данных	Температура воздуха
Архив с полными данными раздела: T_mes.zip Размер архива: 1.2 MB Скачать			
Сортировка:	исходная	Количество станций	Сортировка:
	по индексу	(5/521)	исходная
	по алфавиту		по индексу
			по алфавиту
Список станций		Список выбранных станций	
20046 Им.Э.Т.Кренделя,ГМО 20069 Визе 20087 Голомянный 20107 Баренцбург 20289 Русский 20292 Им.Е.К.Федорова,ГМО 20476 Стерлегова 20667 Им.М.В.Попова 20674 Диксон 20744 Малые Кармакулы 20891 Хатанга 20946 Им.Е.К.Федорова 20982 Волочанка 21432 Котельный 21611 Терпай-Тумса 21617 Шереметьево		26069 Белогорка 26094 Тихвин 27485 Йошкар-Ола 27595 Казань 27675 Порецкое	
		Все Выбрать Удалить Очистить	

Изменить станции/источники данных Включить подсказки

Раздел БД: Месяц
 Источник данных: Температура воздуха
 Задайте разделитель: Пробел Точка с запятой
 Вариант запроса: Среднемесячные значения
 Всего выбрано станций: 5 [Список](#)

Условия отбора данных

Признак	От	До
Год	1971	2020

Признаки запроса

Индекс ВМО
Год

Параметры для выбора

Январь
Февраль
Март
Апрель
Май
Июнь
Июль
Август
Сентябрь
Октябрь
Ноябрь
Декабрь

Действия

Все
Выбрать
Удалить
Очистить
Получить результат
 Одним файлом
 Файлы по станциям
 Включать признаки

Параметры запроса

Индекс ВМО
Год
Март
Апрель
Май
Июнь

Справка [Изменить станции/источники данных](#) [Изменить поля запроса](#) Включить подсказки

Раздел БД: Месяц
 Источник данных: Температура воздуха
 Всего выбрано станций: 5 [Список](#)

Размер ZIP-архива: 2921 Б

[Загрузить](#)

Список имен столбцов результата

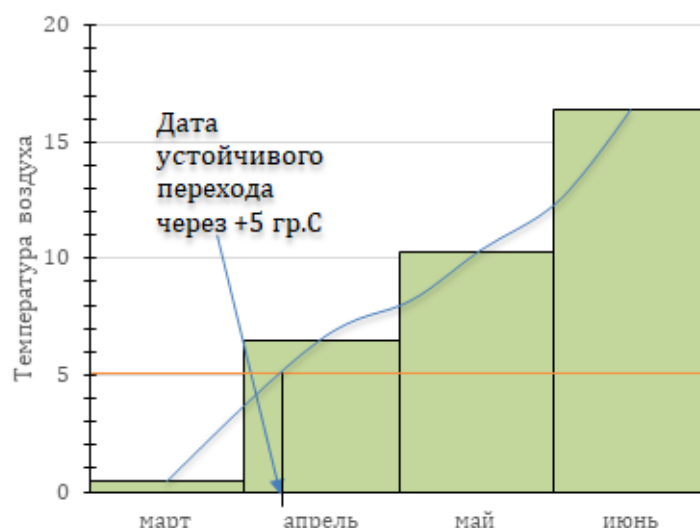
N	Формат	Название столбца
1	5	Индекс ВМО
2	4	Год
3	5,1	Март
4	5,1	Апрель
5	5,1	Май
6	5,1	Июнь

Просмотр фрагмента выбранных данных

1	2	3	4	5	6
26069	1971	-5.2	2.2	10.4	13.9
26069	1972	-4.1	2.6	9.5	17.1
26069	1973	-2.2	4.1	10.6	16.0
26069	1974	-1.6	1.8	6.5	14.7
26069	1975	0.0	4.4	12.6	13.5
26069	1976	-4.9	1.4	9.6	11.6
26069	1977	-3.3	3.7	10.7	15.0
26069	1978	-2.3	1.8	9.9	13.6
26069	1979	-2.1	1.9	12.5	15.7
26069	1980	-7.1	4.4	6.7	17.0
26069	1981	-6.5	1.5	11.5	15.2
26069	1982	-1.1	3.3	10.0	11.5
26069	1983	-3.6	6.5	13.4	13.8
26069	1984	-4.6	5.2	13.5	13.6
26069	1985	-2.4	1.9	10.4	12.9
26069	1986	-0.7	4.3	11.1	16.8
26069	1987	-7.8	1.5	9.3	14.1
26069	1988	-1.8	2.7	12.8	16.9
26069	1989	1.4	6.8	11.4	17.1
26069	1990	1.0	6.6	9.1	13.4
26069	1991	-1.8	3.9	9.3	14.3

Дата устойчивого перехода температуры через $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ определяется графическим способом в Excel.

Строится гистограмма по данным четырех месяцев. Вершины прямоугольников гистограмм — среднемесячные температуры воздуха за соответствующий период осреднения (50 или 49 лет), основание прямоугольников — число дней в месяце. Через середины вершин строится плавная кривая линия. Координата пересечения этой кривой с уровнем $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и есть нужная примерная дата.



В ответе выберите нужный пункт:

1. Белогорка;
2. Тихвин;
3. Йошкар-Ола;
4. Казань;
5. Порецкое.

Решение

В Белогорке дата устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ 20 апреля, в Тихвине — 21 апреля, в Йошкар-Оле — 17 апреля, в Казани — 14 апреля, в Порецком — 13 апреля. Следовательно, раньше всех вегетационный период начнется в Порецком.

Ответ: 5.

Задача II.3.11.14. В какую погоду работает башенный кран? (10 баллов)

Темы: скорость ветра, температура.

Условие

Башенный кран может работать при определенной скорости ветра и температуре воздуха. Причем чем ниже температура, тем меньшую скорость ветра допускает техника безопасности:

- при температуре воздуха от -5°C максимальная безопасная скорость ветра до 22 м/с;
- при температуре воздуха от -15°C до -5°C — 20 м/с;
- при температуре воздуха от -25°C до -15°C — 15 м/с;
- при температуре воздуха от -35°C до -25°C — 10 м/с;

- при температуре воздуха ниже -35°C — 5 м/с.

Оцените эффективность работы строительной отрасли, использующей высотные краны, для Антарктиды. Воспользуйтесь данными метеостанции Южной Кореи, которая называется Кинг Седжонг.

Для этого по данным сайта Расписание погоды <https://rp5.ru> создайте базу данных о погоде за период 01.01.2023–12.08.2023 г.

Для этого во вкладке «Скачать архив погоды» введите соответствующий период. Полученный файл в формате GZ можно распаковать любым архиватором. (Скорость ветра в распакованном файле обозначена как Ff).

В базу данных должна входить информация, позволяющая выполнить задание. Эффективность определите как отношение количества сроков, когда кран мог работать, к общему количеству сроков измерений, представленных в базе данных. Ответ запишите в процентах с точностью до целых.

Решение

Решить задачу можно любым удобным способом. Пример решения с помощью написания программы на C++.

```

1  #include <iostream>
2  #include <fstream>
3  #include <sstream>
4  #include <string>
5  #include <vector>
6  #include <cmath>
7
8  using namespace std;
9
10 /* time, temp, PO, P, U, DD, Ff, ff10, WW1, WW2, c, VV, Td; */
11
12 template<typename Type>
13 Type StringToType(const string &str, Type val)
14 {
15     istringstream stm;
16     string newstr = str;
17
18     for (size_t ch = newstr.find('');

```

```

19     ch != newstr.npos;
20     ch = newstr.find('\"', ch))
21     newstr.erase(ch, 1);
22     stm.str(newstr);
23     stm >> val;
24
25     return val;
26 }
27
28 void SplitString(const string &fullstr,
29                 vector<string> &elements,
30                 const string &delimiter)
31 {
32     string::size_type lastpos =
33         fullstr.find_first_not_of(delimiter, 0);
34     string::size_type pos =
35         fullstr.find_first_of(delimiter, lastpos);
36
37     while ((string::npos != pos) || (string::npos != lastpos))
38     {
39         elements.push_back(fullstr.substr(lastpos, pos-lastpos));
40
41         lastpos = fullstr.find_first_not_of(delimiter, pos);
42         pos = fullstr.find_first_of(delimiter, lastpos);
43     }
44 }
45
46 void ReadData( const string &filename,
47               const string &csv_delimiter,
48               vector< pair<float, int> > &arr )
49 {
50     ifstream fin(filename.c_str());
51     string line;
52     vector<string> vec_elements;
53
54
55     for (int i = 0; i < 7; i++)
56         getline(fin, line);
57
58     while (!fin.eof())
59     {
60         getline(fin, line);
61         if (!line.empty())
62         {
63             SplitString(line, vec_elements, csv_delimiter);
64             float temp = 0;
65             int ff = 0;
66
67             arr.push_back(make_pair(StringToType(vec_elements[1], temp),
68                                   StringToType(vec_elements[6], ff)));
69             vec_elements.clear();
70         }
71     }
72     fin.close();
73 }
74
75 int Efficiency( vector< pair<float, int> > &arr )
76 {
77     int cnt = 0;
78

```

```

79     for (size_t i = 0; i < arr.size(); i++)
80     {
81         float temp = arr[i].first;
82         int ff = arr[i].second;
83
84         if (temp >= -5 && ff <= 22 ||
85             temp >= -15 && temp < -5 && ff <= 20 ||
86             temp >= -25 && temp < -15 && ff <= 15 ||
87             temp >= -35 && temp < -25 && ff <= 10 ||
88             temp < -35 && ff <= 5)
89             cnt++;
90     }
91     return (int)floor(cnt * 100.0 / arr.size() + 0.5); //round(cnt * 100.0 /
    ↪ arr.size());
92 }
93 int main()
94 {
95     vector< pair<float, int> > arr;
96
97     ReadData("SCRM.01.01.2023.13.08.2023.1.0.0.ru.utf8.00000000.csv", ";", arr);
98     cout << Efficiency(arr);
99
100    return 0;
101 }

```

Получается такой ответ: $0,988529 \approx 99\%$.

Ответ: 99.

Задача II.3.11.15. Прогноз заморозка (4 балла)

Темы: эффективность прогноза.

Условие

В фермерском хозяйстве на площади 2 га была высажена рассада огурцов в открытом грунте. Региональное управление гидрометслужбы спрогнозировало наступление заморозка. На защиту рассады на 2 га методом дымления было затрачено 100 руб. (покупка солярки). Несмотря на защитные мероприятия, на 15% площади рассада погибла.

Рассчитайте экономическую эффективность прогноза заморозков и принятия защитных мер, исходя из следующих данных:

- стоимость рассады на 1 га 700 руб.;
- затраты на высадку рассады на 2 га 200 руб.;
- недобор урожая из-за нарушения сроков посева на участках, где погибла рассада 2,5 т/га;
- закупочная цена огурцов 800 руб./т;
- коэффициент долевого участия регионального управления Росгидромета $K_y = 1$.

Решение

Расчет экономической эффективности прогноза заморозков выполнен по формуле:

$$\text{ЭЭ} = S[(I_1 + I_2 + \Delta УЦ) - Z_2] \cdot K_y.$$

На защитные мероприятия затрачено 100 руб. на 2 га, следовательно, на 1 га — 50 руб. Затраты на высадку рассады 200 руб. на 2 га, следовательно, на 1 га — 100 руб. S — это сохраненная площадь $(2 - 0,15 \cdot 2)$, равная 1,7 га. В итоге:

$$\text{ЭЭ} = 1,7[(700 + 100 + 2,5 \cdot 800) - 50] \cdot 1 = 4675 \text{ руб.}$$

Ответ: 4675.

Работа наставника НТО на втором отборочном этапе

На втором отборочном этапе участникам предлагаются индивидуальные и командные задачи в рамках выбранных профилей. Для подготовки к нему наставник может использовать следующие рекомендуемые форматы и мероприятия:

- Подготовка по образовательным программам НТО по ряду технологических направлений.
- Разбор задач второго отборочного этапа НТО прошлых лет.
- Прохождение онлайн-курсов по разбору задач НТО прошлых лет.
- Прохождение онлайн-курсов, рекомендованных разработчиками профилей.
- Разбор материалов для подготовки к профилям.
- Практикумы. Для организации практикумов возможно использовать разные подходы или их комбинации:
 - Проведение практикумов по описаниям на страницах профилей и материалов для подготовки.
 - Декомпозиция задач заключительных этапов прошлых лет для выделения наиболее актуальных элементов и их изучения.
 - Анализ технических знаний и навыков (hard skills), требуемых для конкретного профиля, и самостоятельная разработка или поиск занятия для развития наиболее актуальных из них.
 - Посещение практикумов на площадках подготовки и онлайн-мероприятий от разработчиков профилей. Объявления о таких мероприятиях публикуются в группах НТО в VK и в телеграм-канале для наставников НТО (https://t.me/kruzhok_association).

Второй отборочный этап

Пакет задач представляет собой четыре индивидуальные задачи и одну командную по теме Ветроэнергетика. Задачи отражают разные аспекты использования энергии ветра — метеорологический, технический, энергетический и экономический. Участник команды выбирает этап согласно своим компетенциям. Решение задач позволяет приобрести навыки программирования при работе с большими базами метеорологических данных, освоить расчет статистических и экономических показателей, осуществить выбор оборудования, удовлетворяющего заданным требованиям.

Все индивидуальные задачи открываются для просмотра и решения одновременно. После закрытия доступа к индивидуальным задачам будет открыта командная. Проверка задач автоматическая. Индивидуальные задачи оцениваются в 10 баллов, командная — также в 10 баллов, поэтому максимальная сумма, которую можно набрать на втором инженерном этапе, составляет 50 баллов.

Индивидуальные задачи

Задача IV.1.1. Расчет длительности работы ветроустановки (10 баллов)

Темы: программирование.

Условие

При расчете длительности работы ветроустановки необходимо учитывать период затишья, когда скорость ветра менее или равна 3 м/с, и ограничения на работу во избежание поломки, при скорости ветра более или равной 25 м/с. Замеры скорости ветра осуществляются каждые три часа.

Напишите программу, которая рассчитывает длительность работы ветроустановки и определите, в январе какого года длительность работы была наибольшей. Если исходные данные были предоставлены только за январь одного года, то время работы ветроустановки за этот год считается наибольшим.

Формат входных данных

Входные данные содержат число n ($0 < n \leq 10000$) — количество замеров скорости ветра. В следующих n строках содержится информация о дате и времени, когда производилось измерение, и значение скорости ветра в м/с.

Формат выходных данных

Требуется вывести два значения через пробел: год, в котором длительность работы ветроустановки была наибольшей, и количество часов работы ветроустановки в этот год.

*Примеры**Пример №1*

Стандартный ввод
36
"02.02.2023 09:00";"0";
"02.02.2023 06:00";"1";
"02.02.2023 03:00";"1";
"02.02.2023 00:00";"1";
"01.02.2023 21:00";"1";
"01.02.2023 18:00";"1";
"01.02.2023 15:00";"1";
"01.02.2023 12:00";"1";
"01.02.2023 09:00";"2";
"01.02.2023 06:00";"1";
"01.02.2023 03:00";"3";
"01.02.2023 00:00";"1";
"31.01.2023 21:00";"1";
"31.01.2023 18:00";"0";
"31.01.2023 15:00";"0";
"31.01.2023 12:00";"1";
"31.01.2023 09:00";"0";
"31.01.2023 06:00";"1";
"31.01.2023 03:00";"2";
"31.01.2023 00:00";"2";
"30.01.2023 21:00";"3";
"30.01.2023 18:00";"3";
"30.01.2023 15:00";"4";
"30.01.2023 12:00";"4";
"30.01.2023 09:00";"4";
"30.01.2023 06:00";"2";
"30.01.2023 03:00";"2";
"30.01.2023 00:00";"2";
"29.01.2023 21:00";"1";
"29.01.2023 18:00";"1";
"29.01.2023 15:00";"0";
"29.01.2023 12:00";"1";
"29.01.2023 09:00";"3";
"29.01.2023 06:00";"2";
"29.01.2023 03:00";"2";
"29.01.2023 00:00";"4";
Стандартный вывод
2023 12

Тесты

Ссылка на архив с тестовыми наборами данных: <https://disk.yandex.ru/d/DcDKMp2a-nlD3w/data>.

Решение

Программа получает количество и значение замеров скорости ветра. Подсчитывает количество измерений в январе каждого года, когда скорость ветра была более 3 м/с и менее 25 м/с. Выводит год и через пробел утроенное значение количества измерений, так как они производятся каждые три часа.

Реализация описанного алгоритма на языке программирования C++: <https://disk.yandex.ru/d/DcDKMp2a-nlD3w/solve.cpp>.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <iostream>
2  #include <sstream>
3  #include <string>
4  #include <vector>
5  #include <map>
6  #include <climits>
7
8  using namespace std;
9
10 template<typename Type>
11 Type StringToType(const string &str, Type val)
12 {
13     istringstream stm;
14     string newstr = str;
15
16     for (size_t ch = newstr.find('');
17         ch != newstr.npos;
18         ch = newstr.find(' ', ch))
19         newstr.erase(ch, 1);
20     stm.str(newstr);
21     stm >> val;
22
23     return val;
24 }
25
26 string GetDate(const string &str)
27 {
28     int n = 10;
29
30     return str.substr(1, n);
31 }
32
33 void SplitString(const string &fullstr,
34                 vector<string> &elements,
35                 const string &delimiter)
36 {
37     string::size_type lastpos =
38         fullstr.find_first_not_of(delimiter, 0);
39     string::size_type pos =
40         fullstr.find_first_of(delimiter, lastpos);
41
42     while ((string::npos != pos) || (string::npos != lastpos))
43     {
44         elements.push_back(fullstr.substr(lastpos, pos-lastpos));

```

```

45
46     lastpos = fullstr.find_first_not_of(delimiter, pos);
47     pos = fullstr.find_first_of(delimiter, lastpos);
48 }
49 }
50
51 void ReadDataString(istream &fin,
52                   const string &csv_delimiter,
53                   vector< pair<string, int> > &arr )
54 {
55     int n;
56     string line;
57     vector<string> vec_elements;
58
59     cin >> n;
60     getline(fin, line);
61     for (int i = 0; i < n; i++)
62     {
63         getline(fin, line);
64         if (!line.empty())
65         {
66             SplitString(line, vec_elements, csv_delimiter);
67             int ff = 0;
68
69             arr.push_back(make_pair(GetDate(vec_elements[0]),
70                                   ↪ StringToType(vec_elements[1], ff)));
71             vec_elements.clear();
72         }
73     }
74
75 map<int, int> Frequency( vector< pair<string, int> > &arr )
76 {
77     map<int, int> mp;
78     int cnt = 0;
79
80     for (size_t i = 0; i < arr.size(); i++)
81     {
82         vector<string> time;
83         SplitString(arr[i].first, time, ".");;
84         int month = StringToType(time[1], 0);
85         int year = StringToType(time[2], 0);
86         int ff = arr[i].second;
87
88         if (month == 1 && ff > 3 && ff < 25)
89             mp[year]++;
90     }
91     return mp;
92 }
93
94 int main()
95 {
96     vector< pair<string, int> > arr;
97
98     ReadDataString(cin, ";", arr);
99     map<int, int> mp = Frequency(arr);
100    map<int, int> :: iterator it = mp.begin();
101    int maxValue = INT_MIN;
102    int maxKey;
103    for (int i = 0; it != mp.end(); it++, i++)

```

```

104     if (maxValue < it->second)
105         maxValue = it->second, maxKey = it->first;
106
107     cout << maxKey << " " << maxValue * 3 << endl;
108
109     return 0;
110 }

```

Задача IV.1.2. Анализ скорости ветра (10 баллов)

Темы: метеорология.

Условие

На восточном берегу озера Икостровская имандра в Мурманской области (см. фрагмент карты) планируется установить ветроэлектрогенератор. Для решения вопроса об установке нужно проанализировать данные о скорости ветра в этом районе. Найдите ближайшую метеостанцию к месту предполагаемой установки ветрогенератора и с сайта <http://rp5.ru/> скачайте значения скорости ветра за три года с 01.03.2020. по 01.03.2022. Проанализируйте месячный режим ветра и ответьте на вопросы:

1. Какова максимальная скорость ветра (дата и значение скорости)?
2. Какая скорость ветра наблюдалась наиболее часто?
3. Какова средняя скорость ветра за три года?
4. Какова общая за три года длительность периода энергетического затишья (когда скорость ветра менее 3 м/с) в ч?



Варианты ответа.

А	<p>Максимальная скорость ветра 14.05.2020 в 18:00; Скорость ветра, которая наблюдалась наиболее часто — 1 м/с; Средняя скорость ветра за три года — 2,6 м/с; Длительность периода энергетического затишья — 9501 ч.</p>
---	--

В	Максимальная скорость ветра 14.12.2020 в 15:00; Скорость ветра, которая наблюдалась наиболее часто — 2 м/с; Средняя скорость ветра за три года — 1,6 м/с; Длительность периода энергетического затишья — 205 ч.
С	Максимальная скорость ветра 4.03.2021 в 18:00; Скорость ветра, которая наблюдалась наиболее часто — 3 м/с; Средняя скорость ветра за три года — 3,9 м/с; Длительность периода энергетического затишья — 32508 ч.
Д	Максимальная скорость ветра 14.05.2022 в 21:00; Скорость ветра, которая наблюдалась наиболее часто — 4 м/с; Средняя скорость ветра за три года — 5,6 м/с; Длительность периода энергетического затишья — 5500 ч.

Решение

Ближайшая станция — Апатитовая. Данные по скорости ветра за период 2020–2022 г. необходимо скопировать (в формате EXCEL) с сайта http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=22213&lang=ru значения по скорости ветра имеют условное обозначение Ff.

По всем срокам и дням наблюдений необходимо определить повторяемость скоростей ветра по соответствующим значениям: 0 м/с, 1 м/с и т. д. (до выявленного максимального значения). Повторяемость определяется по количеству попаданий скоростей ветра в соответствующие значения скорости в долях от единицы, по отношению к общему количеству данных наблюдений.

Ответ: А.

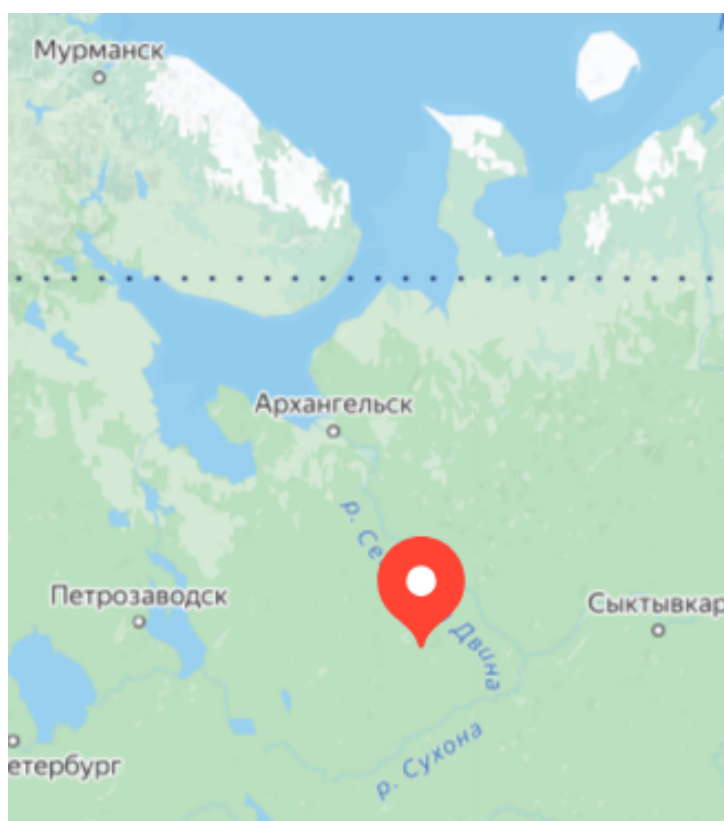
Задача IV.1.3. Выбор ветрогенератора (10 баллов)

Темы: ветроэнергетика.

Условие

Для получения электрической энергии в селе Шангалы Архангельской области было решено установить ветроэлектрогенератор.





Помогите подобрать ветроустановку (ВЭУ), исходя из критерия максимальной мощности, вырабатываемой за год. ВЭУ можно установить только одну. В ответ запишите наименование ВЭУ (так, как оно указано в первой строке таблицы IV.1.1), дающей наибольшую мощность.

В таблице IV.1.1 приведены технические характеристики отечественных ветроустановок.

Таблица IV.1.1: Технические характеристики отечественных ветроустановок

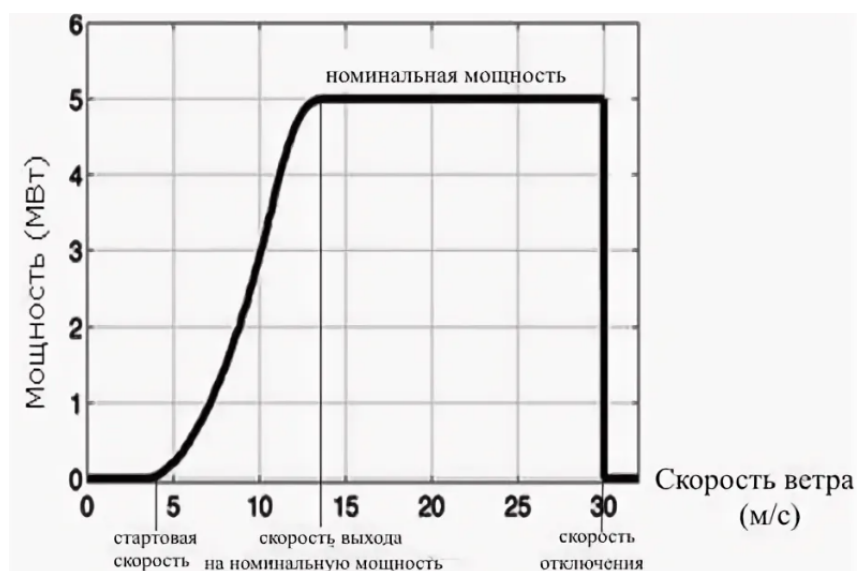
№ п/п	Номинальные	АВЭ-250СМ	ЗВТ	Ю-500	Р-1000	ВТО-1250
1	Номинальная мощность, кВт	250	100	500	1000	1250
2	Расчетная рабочая скорость ветра, м/с	13	13	13,6	13,6	13,6
3	Минимальная рабочая скорость ветра, м/с	5	4	4	4	6
4	Диаметр ветроколеса, м	25	1,75	34	48	27
5	Высота оси, м	30	22	31,5	38	40
6	Положение оси	гор.	верт.	гор.	гор.	гор.

При расчете мощности опирайтесь на скорость ветра в селе Шангалы.

Таблица IV.1.2: Средняя скорость ветра в селе Шангалы по месяцам в м/с

Месяцы											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4,0	4,1	4,5	4,0	4,3	3,8	3,3	3,1	3,7	4,3	4,6	4,1

Учтите, что при скоростях ветра ниже минимальной рабочей скорости мощности ветроколеса не хватает на преодоление сил трения в узлах ВЭУ. При скорости ветра 25 м/с ВЭУ с горизонтальным расположением оси ветроустановки отключают в целях безопасности. ВЭУ с вертикальной осью ветроустановки может работать при скорости ветра до 60 м/с. В диапазоне скоростей от минимальной до той, при которой ВЭУ развивает номинальную мощность, использование энергии ветра осуществляется наиболее полно.



Значения скоростей ветра из табл. 2 измерены на высоте флюгера, которая равна 10 м. Ввиду того, что высота большинства ВЭУ выше 10 м, необходимо оценить прирост скорости ветра на нужной высоте.

При расчете мощности КПД редуктора и генератора примите для простоты равными единице, $\varepsilon = 0,45$.

Решение

Мощность единичной ВЭУ в кВт определяется выражением:

$$N_0 = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot D^2 \cdot V_p^3 \cdot \varepsilon \cdot \eta_p \cdot \eta_g,$$

где D — диаметр ветроколеса, м; V_p — расчетная скорость ветра, м/с; η_p и η_g — КПД редуктора и генератора.

Расчет мощности для ВЭУ Р-1000.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Скорость, м/с	4	4,1	4,5	4	4,3	3,8	3,3	3,1	3,7	4,3	4,6	4,1
На высоте 38 м, м/с	5,2	5,4	5,9	5,2	5,6	5,0	4,3	4,0	4,8	5,6	6,0	5,4
Мощность средняя в месяц, кВт	71,1	76,6	101,2	71,1	88,3	61,0	39,9	33,1	56,3	88,3	108,1	76,6

Суммарная мощность ВЭУ Р-1000 за год составит 871,6 кВт.

Для остальных ВЭУ расчет проводится аналогично:

- АВЭ-250СМ — 160,4 кВт;
- ЗВТ — 0,8 кВт;
- Ю-500 — 375,9 кВт;
- ВТО-1250 — 35,3 кВт.

Ответ: Р-1000.

Задача IV.1.4. Расчет срока окупаемости и потребности в электроэнергии (10 баллов)

Темы: экономика.

Условие

Леспромхоз разрабатывает инвестиционный проект, в рамках которого планирует приобрести пресс для производства топливных брикетов. Стоимость прессы для производства топливных брикетов Pinikay составляет 85 тыс. руб. Производительность прессы 150 кг/ч.

Потребляемая общая мощность цеха по производству брикетов 30 кВт/ч, из них — пресс 22 кВт/ч (электродвигатель 16 кВт, сушка опилок 6 кВт) и 8 кВт на освещение и обогрев цеха. Оптовая цена продажи брикетов 10 кг — 300 руб. Заработная плата двух наемных рабочих — 80 тыс. руб. в месяц с отчислениями по фонду оплаты труда. Рабочая смена 8 ч с часовым обедом. Во время обеда станок выключен. Начало производства с ноября 2023 г.

Для энергоснабжения леспромхоз рассматривает альтернативный способ получения электрической энергии посредством установки ветрогенератора мощностью 10 кВт, который при существующем режиме ветра (максимальные скорости ветра наблюдаются в зимние месяцы и в дневные часы) за год позволит выработать 65423 кВт·ч. Стоимость ВЭУ в полном комплекте и с учетом монтажа составит 1125000,00 руб. Компания-поставщик готова запустить ветрогенератор в конце ноября 2023 г. Гарантийное обслуживание на 1 год. Определить срок окупаемости (в каком месяце сальдо по денежному потоку станет положительным) данного инвестиционного проекта и годовой объем потребляемой энергии на производство топливных брикетов (с 11.2023 по 10.2024 гг.).

Количество рабочих дней определить по производственному календарю.

Для расчета срока окупаемости следует использовать таблицы денежного потока по месяцам: приток и отток денежных средств на период эксплуатации, а также значение сальдо между притоком и оттоком.

Приток денежных средств, руб

Показатели	Месяцы						Итого
	Нояб	Дек.	Янв.(24)	Февр.	
Доход от продажи							
Σ							

Отток денежных средств, руб

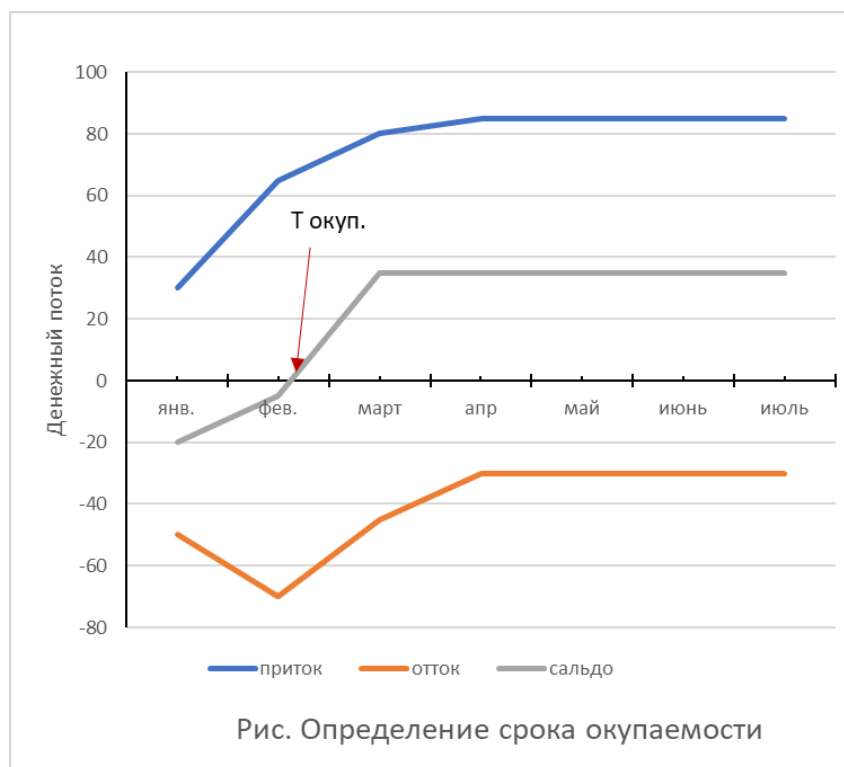
Показатели	Месяцы						Итого
	Нояб	Дек.	Янв. (24)	Февр.	
Пресс							
Σ							

Сальдо денежного потока, руб

Показатели	Месяцы						Итого
	Нояб	Дек.	Янв. (24)	Февр.	
Приток							
Отток							
Сальдо							
Σ							

По полученным значениям построить график по трем значениям. Точка времени, где значение сальдо станет положительным, и есть наступление срока окупаемости инвестиционного проекта. Чем раньше наступает срок окупаемости, тем эффективнее инвестиционный проект.

Пример графического метода определения срока окупаемости приводится на рисунке.



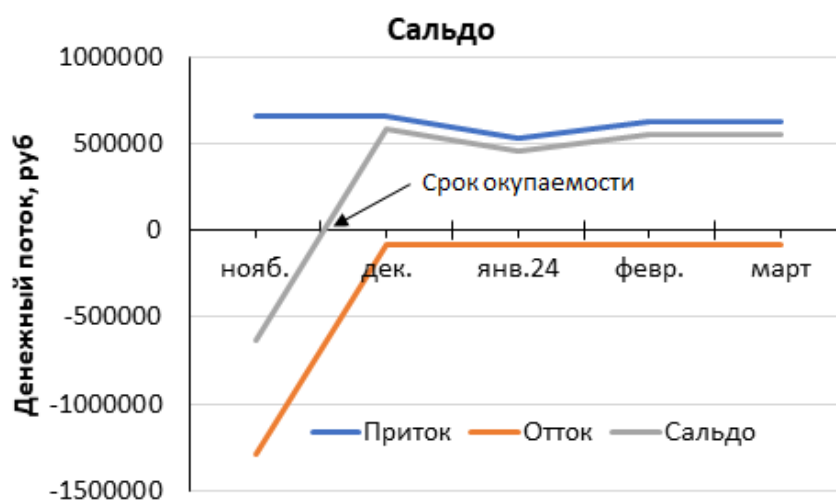
Образец записи ответа: «Срок окупаемости: февраль 2000 г.»

Годовой объем потребляемой энергии на производство топливных брикетов: 99999 кВт.

Решение

Годовая потребность в электроэнергии для производства топливных брикетов (11.2023 – 10.2024) = 52080 (производство брикетов) + 1984 (8 кВт во время обеда) = 54064 кВт.

	Приток				
Месяцы	Нояб.	Дек.	Янв. (24)	Февр.	Март
Продажи, руб	661500	661500	535500	630000	630000
	Отток				
Месяцы	Нояб.	Дек.	Янв. (24)	Февр.	Март
Пресс	85000	0	0	0	0
ВЭУ	1125000	0	0	0	0
Зарплата	80000	80000	80000	80000	80000
	1290000	80000	80000	80000	80000
	Сальдо				
Месяцы	Нояб.	Дек.	Янв. (24)	Февр.	Март
Приток	661500	661500	535500	630000	630000
Отток	-1290000	-80000	-80000	-80000	-80000
Сальдо	-628500	581500	455500	550000	550000
	Срок окуп.				



Срок окупаемости наступит уже в декабре 2023.

Годовая потребность в электроэнергии						
Месяцы	Нояб.	Дек.	Янв. (24)	Февр.	Март	Апр.
Рабочие дни	21	21	17	20	20	21
Производст., ч	7	7	7	7	7	7
Работа.пресса, кВт	22	22	22	22	22	22
Обед,освещ., отопл., кВт	8	8	8	8	8	8
Мес.сумма на произв.	4410	4410	3570	4200	4200	4410
Мес.сумма на обед	168	168	136	160	160	168
Итого в мес. кВт	4578	4578	3706	4360	4360	4578

Годовая потребность в электроэнергии							
Месяцы	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент	Окт.	Итого
Рабочие дни	20	19	23	22	21	23	248
Производст., ч	7	7	7	7	7	7	7
Работа.пресса, кВт	22	22	22	22	22	22	22
Обед,освещ., отопл., кВт	8	8	8	8	8	8	8
Мес.сумма на произв.	4200	3990	4830	4620	4410	4830	52080
Мес.сумма на обед	160	152	184	176	168	184	1984
Итого в мес. кВт	4360	4142	5014	4796	4578	5014	54064

Ответ: срок окупаемости: декабрь 2023. Годовой объем потребляемой энергии на производство топливных брикетов: 54064 кВт.

Командные задачи

Задача IV.2.1. (10 баллов)

Темы: работа в команде, ветроэнергетика.

Командная задача посвящена расчету оптимального количества ВЭУ, необходимого для выработки требуемого значения электроэнергии. В качестве исходных данных даны технические характеристики пяти отечественных моделей ВЭУ. Командная задача состоит из следующих этапов:

- поиск и скачивание данных о скорости ветра;
- пересчет скорости ветра на высоту ротора ВЭУ;
- расчет повторяемости скоростей ветра;
- расчет электроэнергии, которую выработает каждый ВЭУ;
- расчет необходимого количества ВЭУ.

Участник команды выбирает этап согласно своим компетенциям. Максимальное значение, которое команда может получить за решение командной задачи — 10 баллов. Обработку метеорологических данных и расчет показателей можно выполнять любым способом по выбору участников.

Условие

Для начала освоения нового месторождения полезного ископаемого в районе Никеля на первом этапе планируется строительство вахтового поселка. Примерная потребность в электроэнергии будет составлять 150 тыс. кВт в год.



Рассчитать количество ветроэнергетических устройств, технические параметры которых представлены в таблице IV.2.1, необходимое для обеспечения требуемого годового объема электроэнергии для вахтового поселка.

Таблица IV.2.1: Технические характеристики отечественных ветроустановок

№ п/п	Номинальные	АВЭ-250СМ	ЗВТ	Ю-500	Р-1000	ВТО-1250
1	Номинальная мощность, кВт	250	100	500	1000	1250
2	Расчетная рабочая скорость ветра, м/с	13	13	13,6	13,6	13,6
3	Минимальная рабочая скорость ветра, м/с	5	4	4	4	6
4	Диаметр ветроколеса, м	25	1,75	34	48	27
5	Высота оси, м	30	22	31,5	38	40
6	Положение оси	гор.	верт.	гор.	гор.	гор.

Расчет проводить на основе ветрового режима в районе Никеля за 2022 г., который нужно оценить по метеорологическим данным, представленным на сайте <https://rp5.ru/>.

Следует учесть, что в <https://rp5.ru/> значения скоростей ветра измерены на высоте флюгера, которая равна 10 м. Ввиду того, что высота большинства ВЭУ выше 10 метров, необходимо оценить прирост скорости ветра на высотах.

После этого необходимо рассчитать годовую повторяемость скорости ветра по градациям 0, 1, 2, 3, ..., n м/сек в долях единицы и продолжительность скорости ветра в часах в каждой градации.

Мощность единичной ВЭУ N_0 в кВт при соответствующей скорости ветра V_i определяется выражением:

$$N_0 = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot D^2 \cdot V_i^3 \cdot \varepsilon \cdot \eta_p \cdot \eta_g,$$

где D — диаметр ветроколеса, м; V_p — скорость ветра, м/с; η_p и η_g — КПД редуктора и генератора (0,85 и 0,45 соответственно), $\varepsilon = 0,45$.

Выработка электроэнергии за год в кВт нужно найти по формуле:

$$N_{\text{год}} = \sum_{i=1}^n N_i t_i,$$

где t_i — продолжительность ветра с соответствующей скоростью, час. Скорость ветра целесообразно брать в центре градации, т. е. 0,5, 1,5 и т. д. м/с.

Далее рассчитать годовой объем вырабатываемой электроэнергии по каждому из пяти устройств. При этом следует учесть: годовую продолжительность наблюдаемых скоростей ветра (в ч от годовых 8760 ч) в рабочих градациях, согласно повторяемости скоростей ветра в долях единицы, а также такие технические характеристики ВЭУ как высота оси, диаметр ветроколеса, минимальные скорости ветра, рабочая скорость ветра для выхода на номинальную мощность. При скорости ветра больше номинальной мощность перестает увеличиваться. Не забудьте, что ВЭУ с горизонтальным расположением оси отключают в целях безопасности при скорости ветра 25 м/с и выше, ВЭУ с вертикальной осью — при скорости ветра 60 м/с и выше.

Решение

АВЭ-250СМ: выработка энергии 135533,73 кВт в год с одной ВЭУ, следовательно $150000/135533,73 = 1,1$, нужно взять две.

ЗВТ: выработка энергии 619,6133 кВт в год с одной, следовательно нужно взять $150000/619 = 242$.

Ю-500: выработка энергии 645520,215 кВт в год с одной ВЭУ, следовательно $150000/645520,215 = 0,2$, т. е. нужно взять 1 ВЭУ.

Р-1000: выработка энергии 637088,6208 кВт в год с одной ВЭУ, следовательно $150000/637088,6208 = 0,2$, т. е. нужно взять 1 ВЭУ.

ВТО-1250: выработка энергии 100151,4573 в год с одной ВЭУ, следовательно $150000/100151,4573 = 1,5$, т. е. нужно взять 2 ВЭУ.

Ответ:

- АВЭ-250СМ — 2 шт.;
- ЗВТ — 242 шт.;
- Ю-500 — 1 шт.;
- Р-1000 — 1 шт.;
- ВТО-1250 — 2 шт.

Работа наставника НТО при подготовке к заключительному 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. Для подготовки рекомендуется использовать сборники задач прошлых лет. Кроме того, наставнику важно изучить организационные особенности заключительного этапа, чтобы помочь ученикам разобраться в формальных особенностях его проведения.

Наставник НТО также может познакомиться с разработчиками профилей для получения консультации о подготовке к заключительному этапу, дополнительных материалах и способах поддержки высокой мотивации участников.

При работе с командой участников рекомендуется уделить внимание следующим вопросам:

- Сплочение команды. Наставнику необходимо уделить этому особое внимание, если участники команды находятся в разных городах и не имеют возможности встретиться в очном формате. Регулярные встречи, в том числе в дистанционном формате, помогут поддержать эффективную и позитивную коммуникацию внутри команды.
- Анализ состава команды. Необходимо обсудить роли участников в команде и задачи, которые им предстоит решать в рамках выбранных ролей. Кроме того, нужно обсудить взаимозаменяемость ролей.
- Анализ знаний и компетенций участников. Необходимо убедиться, что участники обладают нужными навыками и компетенциями и продумать план по формированию и развитию недостающих навыков и компетенций.
- Составление плана подготовки. График занятий строится, исходя из даты начала заключительного этапа.
- Участие в подготовительных мероприятиях от разработчиков профилей. Перед заключительным этапом проводятся установочные вебинары, разборы задач прошлых лет, практикумы, хакатоны, мастер-классы для финалистов. Информация о таких мероприятиях публикуется в группе НТО в VK и в чатах профилей в Telegram.
- Проведение практикумов или хакатонов. Для этого наставники могут использовать материалы для подготовки к соответствующему профилю и сборники задач прошлых лет. Практикумы и хакатоны могут проводиться дистанционно, рекомендации для этого формата приведены в сборниках 2020–22 гг.

Во время заключительного этапа участников сопровождают модераторы или вожатые, разработчики профиля и организаторы НТО. Внешнее вмешательство в ход соревнований запрещено. Участники, получившие во время проведения НТО стороннюю помощь, могут быть дисквалифицированы.

Заключительный этап

Предметный тур

Информатика и информационные технологии. 8–11 классы

Тестовые наборы для задач представлены по ссылке — <https://disk.yandex.ru/d/1IMIGchtAJ001A>.

Задача VI.1.1.1. Запись числа (15 баллов)

Темы: системы счисления.

Условие

Студент гидрометеорологического университета задумал натуральное число меньше десяти. Задуманное число возвел в степень, показатель которой равен задуманному числу, и получил новое число. Потом он возвел задуманное число в степень, показатель которой равен новому числу. После этого, студент обратил внимание, что может с легкостью сказать, какой цифрой будет оканчиваться конечное число в пятеричной системе счисления. Если бы студент задумал число 2, то после первого преобразования он получил число 4 ($2^2 = 4$), после второго — 16 ($2^4 = 16$), а запись данного числа в пятеричной системе счисления оканчивается единицей ($16_{10} = 31_5$).

Определите, какой цифрой оканчивалась бы запись результата в пятеричной системе счисления, если бы он задумал число 7.

Решение

$$7^1 \equiv 7 \pmod{100}.$$

$$7^2 \equiv 49 \pmod{100}.$$

$$7^3 \equiv 43 \pmod{100}.$$

$$7^4 \equiv 1 \pmod{100}.$$

$$7^5 \equiv 7 \pmod{100}, \text{ тогда } 7^7 \equiv 43 \pmod{100}.$$

$$\text{Следовательно, } 7^{7^7} \equiv 7^3 \equiv 3 \pmod{5}.$$

Ответ: 3.

Задача VI.1.1.2. Код безопасности (15 баллов)

Темы: комбинаторика.

Условие

Некоторые ветрогенераторы поддерживают управление через веб-интерфейс. Для обеспечения безопасности при управлении ветрогенератором необходимо использовать код для входа в панель управления. Группа студентов гидрометеорологического университета при проектировании нового ветрогенератора решила использовать восьмибуквенные кодовые слова из символов Ц, И, Ф, Р, А. Сколько различных кодовых слов они могут составить, если буква «Р» встречается в записи слов только один раз и в записи кодовых слов может быть только четыре гласных буквы, причем рядом с гласной буквой должна стоять еще хотя бы одна гласная буква?

Решение

Буква «Р» встречается в записи слов только один раз, получается шесть возможных вариантов. В записи кодовых слов может быть только четыре гласных буквы, причем рядом с гласной буквой должна стоять еще хотя бы одна гласная буква. Всего гласных букв две, расположить надо их на двух позициях рядом, таких пар букв две. $5^2 \cdot (2 \cdot 2)^2 = 160$.

Оставшиеся две согласные буквы можно расположить 23 способами.

Итого: $6 \cdot 160 \cdot 8 = 7680$.

Ответ: 7680.

Задача VI.1.1.3. Оптимизация электропотребления (20 баллов)

Темы: типовые алгоритмы обработки чисел.

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Студент Российского государственного гидрометеорологического университета собирает системы для автономного электроснабжения. Каждая система состоит из ветрогенератора, аккумуляторной батареи, инвертора, подающего электроэнергию из аккумуляторной батареи, и подключается ко внешней сети. Ветрогенератор за сутки генерирует w Ватт-часов, емкость аккумуляторной батареи рассчитана на передачу через инвертор b Ватт-часов за сутки до полной разрядки аккумулятора. При полном расходе аккумулятора, система автоматически подключается ко внешней сети.

Определите сколько полных суток автономной работы выдержит система, если потребление электроэнергии дома за одни сутки f Ватт-часов, а аккумулятор поставляется полностью заряженным. Считать, что энергия потребляется, а затем поступает дискретно по истечении суток.

Формат входных данных

На вход подается три целых числа через пробел:

- f — энергопотребление дома за сутки;
- b — энергетическая емкость аккумуляторной батареи;
- w — суточная энергия, генерируемая ветроустановкой ($1 \leq f, b, w \leq 10^5$).

Формат выходных данных

Количество дней автономной работы системы. Если переключение с данными параметрами системы не происходит, то следует вывести «ОК».

Методика проверки

Программа проверяется на 20 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

Примеры*Пример №1*

Стандартный ввод
30 60 40
Стандартный вывод
ОК

Пример №2

Стандартный ввод
30 20 40
Стандартный вывод
0

Пример №3

Стандартный ввод
40 80 30
Стандартный вывод
5

Решение

Словесное описание алгоритма решения. Если потребление энергии дома превышает возможности аккумулятора, то в эти же сутки произойдет переключение ко внешней сети, если эти значения равны, то одни сутки система отработает. Если затраты дома не превышают отдачу аккумулятора, то возможно два варианта, если

ветроустановка генерирует энергии больше, чем потребляет дом, то подключения ко внешней сети не произойдет, иначе надо понять на сколько суток хватит энергетического запаса аккумулятора до суток первого подключения к внешней энергосети.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```
1  #include <iostream>
2
3  using namespace std;
4
5  int main()
6  {
7      int f, b, w;
8
9      cin >> f >> b >> w;
10     if (f > b)
11         cout << 0;
12     else
13         if (f == b)
14             cout << 1;
15         else
16             if (f <= w)
17                 cout << "OK";
18             else
19                 cout << 1 + (b - f) / (f - w);
20
21     return 0;
22 }
```

Задача VI.1.1.4. Лучшие гор могут быть только горы (35 баллов)

Темы: типовые алгоритмы обработки чисел.

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Студент Российского государственного гидрометеорологического университета изучает природные явления нашей страны. Каждые каникулы он выбирает новый пункт наблюдения. Анализируя расписания для транспорта, выбирает маршрут с наименьшим количеством пересадок.

Напишите программу, которая позволит проложить маршрут с наименьшим количеством пересадок.

Формат входных данных

Первая строка содержит одно натуральное число: n — количество пунктов пересадки, включая начальный и конечные пункты ($1 \leq n \cdot n \leq 10^6$). Каждый пункт пересадки имеет свой номер. Следующие n строк содержат массив $n \times n$, содержащий информацию, между какими пунктам есть прямое транспортное сообщение. Число 0 показывает на то, что прямого сообщения между пунктами нет, 1 — сообщение есть. Последняя строчка содержит два натуральных числа: номер пункта начала пути и его конца.

Формат выходных данных

Требуется вывести одно целое число: количество пересадок. Если такого маршрута нет, то вывести слово «NO».

Методика проверки

Программа проверяется на 35 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

Примеры*Пример №1*

Стандартный ввод
3
0 1 0
1 0 1
0 1 0
1 3
Стандартный вывод
2

Примеры*Пример №2*

Стандартный ввод
4
0 1 0 1
1 0 0 1
0 0 0 0
1 1 0 0
3 4
Стандартный вывод
NO

Решение

Словесное описание алгоритма решения. Реализация алгоритма поиска в ширину. Заполняем таблицу смежности, смещаем значение начала и конца пути для соответствия индексам. В начале пути пересадок нет — нуль, устанавливаем -1 для всех вершин графа, как признак того, что данный пункт еще не посетили. Заносим вершину в очередь. Пока не дойдем до пункта назначения или не проверим, что такого пути нет, извлекаем первый элемент очереди и проверяем условие конца пути. Для всех вершин проверяем, если есть путь и еще не посещали вершину, то заносим вершину в очередь и увеличиваем количество пересадок на единицу.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3  #include <queue>
4
5  using namespace std;
6
7  int main()
8  {
9      int n;
10     cin >> n;
11
12     vector< vector<int> > arr(n, vector<int>(n));
13     for (int i = 0; i < n; i++)
14         for (int j = 0; j < n; j++)
15             cin >> arr[i][j];
16
17     int start, finish;
18     cin >> start >> finish;
19     start--, finish--;
20
21     queue<int> v;
22     vector<int> trans(n, -1);
23     v.push(start);
24     trans[start] = 0;
25
26     while (1)
27     {
28         if (v.empty())
29         {
30             cout << "NO";
31             return 0;
32         }
33
34         int x = v.front();
35         v.pop();
36         if (x == finish)
37         {
38             cout << trans[finish];
39             return 0;
40         }
41         for (int i = 0; i < n; i++)
42             if (trans[i] == -1 && arr[x][i] == 1)

```

```
43     {
44         v.push(i);
45         trans[i] = trans[x] + 1;
46     }
47 }
48 }
```

Задача VI.1.1.5. (15 баллов)

Темы: типовые алгоритмы обработки чисел.

Имя входного файла: стандартный ввод.

Имя выходного файла: стандартный вывод.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Студент Российского государственного гидрометеорологического университета хочет замостить прямоугольную часть крыши своего общежития размером 1 на h метра солнечными панелями. В магазине есть панели размером 500×500 мм и 500×1000 мм. Сколькими вариантами он может это сделать, если некоторые студенты уже установили n солнечных панелей 500×500 мм на выделенной части крыши. Установленные панели расположены таким образом, что при полном покрытии остальной части прямоугольника панелями подходящих размеров не будет пустот.

Напишите программу, которая считает количество способов замостить солнечными панелями оставшееся место по известной длине выделенной области и расположению уже установленных панелей по модулю $10^9 + 7$.

Формат входных данных

Первая строка содержит два целых числа: h — длина (м) прямоугольной части крыши ($1 \leq h \leq 105$), выделенной под солнечные панели, n — количество уже установленных солнечных панелей ($0 \leq n \leq 4h$). Поскольку ранее установленные панели имеют размер 500×500 мм, то на каждый метр длины может быть установлено не более двух панелей, а ширина крыши позволяет установить не более двух рядов таких панелей. Если данную прямоугольную часть крыши полностью замостить панелями, то получится два ряда, в каждом из которых будет $2h$ панелей. Следующие n строк содержат позиции расположения ранее установленных панелей. Сначала место в ряду от 1 до $2h$, а потом номер ряда 1 или 2.

Формат выходных данных

Требуется вывести одно число — количество способов раскладки панелей по модулю $10^9 + 7$.

Методика проверки

Программа проверяется на 15 тестах. Прохождение каждого теста оценивается в 1 балл.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
1 0
Стандартный вывод
7

Пример №2

Стандартный ввод
1 1
2 1
Стандартный вывод
3

Пример №3

Стандартный ввод
2 4
1 1
2 1
3 2
4 2
Стандартный вывод
4

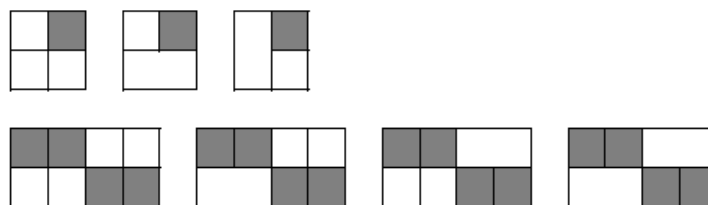


Рис. VI.1.1. Визуализация второго и третьего примеров

Решение

Добавляем слева нулевой столбец, в который невозможно положить панели, чтобы не обрабатывать край. Смотрим сразу пары предыдущих позиций и текущих. Для каждого нового столбца будем обменивать состояние предыдущего на текущее,

обнуляем текущие и для этих позиций проверяем, предыдущее и текущее состояние для случаев одна двойная панель в верхнем ряду, в нижнем ряду, положить обе, положить двойную панель вертикально. Также учитываем вариант, что не кладем двойных панелей. На каждом этапе считаем количество предыдущего значения плюс новое.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

```

1  #include <iostream>
2  #include <vector>
3
4  using namespace std;
5
6  int main()
7  {
8      int h, n;
9      const int lim = 1e9 + 7;
10
11     cin >> h >> n;
12
13     vector<int> roof(1 + 2 * h, 0);
14
15     for (int i = 0; i < n; i++)
16     {
17         int x, y;
18         cin >> x >> y;
19         roof[x] |= 1 << (y - 1);
20     }
21     vector<int> prev_state(4, 0);
22     vector<int> curr_state(4, 0);
23     for (int i = 0; i < 3; i++)
24         curr_state[i] = 0;
25     curr_state[3] = 1;
26     for (int i = 1; i <= 2 * h; i++)
27     {
28         swap(prev_state, curr_state);
29         for (int j = 0; j < 4; j++)
30             curr_state[j] = 0;
31         for (int prev = 0; prev < 4; prev++)
32         {
33             if ((prev & 1) == 0 && (roof[i] & 1) == 0)
34             {
35                 int cur = roof[i] | 1;
36                 curr_state[cur] = (curr_state[cur] + prev_state[prev]) % lim;
37             }
38             if ((prev & 2) == 0 && (roof[i] & 2) == 0)
39             {
40                 int cur = roof[i] | 2;
41                 curr_state[cur] = (curr_state[cur] + prev_state[prev]) % lim;
42             }
43             if (prev == 0 && roof[i] == 0)
44             {
45                 int cur = 3;
46                 curr_state[cur] = (curr_state[cur] + prev_state[prev]) % lim;
47             }
48             if (roof[i] == 0)

```

```
49     {
50         int cur = 3;
51         curr_state[cur] = (curr_state[cur] + prev_state[prev]) % lim;
52     }
53     int cur = roof[i];
54     curr_state[cur] = (curr_state[cur] + prev_state[prev]) % lim;
55 }
56 }
57 cout << int(((long long)curr_state[0] + curr_state[1] + curr_state[2] +
58 ↵ curr_state[3]) % lim);
59 return 0;
60 }
```

География. 8–11 классы

Задача VI.1.2.1. Время восхода и захода Солнца (24 балла)

Темы: временные изменения в природе, окружающий мир.

Условие

В какое время взошло и зашло Солнце в поселке Воейково Ленинградской области 12 июня 2023 года?

Широта местности Воейково $\phi = 55^{\circ}44'$ с. ш., склонение Солнца $\sigma_{\odot} = 23^{\circ}09'$.

При переводе из градусной меры в единицы времени учтите, что $1^{\circ} = 4$ мин, $1' = 4$ с.

Решение

$$\begin{aligned}\cos \tau_{\odot} &= -\operatorname{tg} \phi \cdot \operatorname{tg} \sigma. \\ \cos \tau_{\odot,0} &= -\tan 55^{\circ}44'. \\ \tan 23^{\circ}09' &= -0,6275751699. \\ \tau_{\odot} &= -\arccos 0,6275751699 = 51^{\circ}7'43''.\end{aligned}$$

Часовой угол положительный после полудня (от 0 до $+180^{\circ}$, или от 0 до 12 ч) и отрицательный до полудня (от 0 до -80° , или от 12 до 24 ч).

$$-\cos \tau_{\odot} = \cos 180^{\circ} - \tau_{\odot} = 180 - \tau_{\odot} = 180^{\circ} - 51^{\circ}7'43'' = 128,87 = 128^{\circ}52'17''.$$

Если перевести из градусной меры в единицы времени (каждый один градус (1°)) равен 4 мин, и каждая одна минута ($1'$) равна 4 с), то получится истинное солнечное время восхода и захода по астрономическому счету, т. е. отсчитываемое от истинного солнечного полудня.

$$\begin{aligned}\frac{128,87 \cdot 4}{60} &= 8,591333333. \\ \frac{128^{\circ} \cdot 4 + 52' \cdot 4 + 17'' \cdot 4}{60} &= 8,591333333 \text{ ч} = 8 \text{ ч и } \frac{0,591333333 \text{ ч}}{60} = 35 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Найдем время восхода и время захода Солнца по формулам:

Время восхода: $12 \text{ ч} - \tau_{\odot} = 12 \text{ ч} - 8 \text{ ч } 3 \text{ мин} = 3 \text{ ч } 25 \text{ мин}.$

Время захода: $12 \text{ ч} + \tau_{\odot} = 12 \text{ ч} + 8 \text{ ч } 35 \text{ мин} = 20 \text{ ч } 35 \text{ мин}.$

Ответ: 3 ч 25 мин, 20 ч 35 мин.

Задача VI.1.2.2. Система единиц СИ (20 баллов)

Темы: метеорология, окружающий мир.

Условие

Переведите все численные характеристики, упоминаемые в следующем тексте, в основные единицы международной системы единиц (СИ).

Одно из самых опасных атмосферных явлений — это тропический шторм. Тропические штормы возникают над теплой поверхностью океана, когда температура воды достигает $80\text{ }^\circ\text{F}$ (градусов по Фаренгейту). Одним из условий, необходимых для возникновения этого опасного явления, является тропическое возмущение. Поле ветра в тропическом шторме имеет спиралевидную структуру. В тропическом шторме скорость ветра может достигать более 252 км/ч , а количество осадков — более $2,4$ трлн gal (жидкостных галлонов, США) воды. Тропический шторм может существовать несколько суток, но, выходя на сушу, его скорость ветра уменьшается до 38 морских миль/ч, а сам шторм превращается в тропическую депрессию.

Ответы округлите следующим образом:

Температуру и скорость до целых, количество осадков запишите как число единиц, умноженное на 10 в соответствующей степени.

Решение

Переведем градусы по шкале Фаренгейта в градусы по шкале Кельвина. На шкале Фаренгейта абсолютный ноль (0 К) равен $-459,67\text{ }^\circ\text{F}$, поэтому сначала к температуре в Фаренгейтах прибавим $459,67$.

$$T = (80\text{ }^\circ\text{F} + 459,67) \cdot \frac{5}{9}\text{ К.}$$

$$T = (80\text{ }^\circ\text{F} + 459,67) \cdot \frac{5}{9} \approx 300\text{ К.}$$

Переведем км/ч в м/с:

$$252\text{ км/ч} = \frac{252 \cdot 1000}{3600} \approx 70\text{ м/с.}$$

Осадки:

$$2,4 \cdot 10^{12} \cdot 3,79\text{ л} \approx 9 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{12}\text{ м}^3 \approx 9 \cdot 10^9\text{ м}^3.$$

Скорость ветра:

$$\frac{38\text{ морских миль/ч} \cdot 1,85}{3600} \approx 20\text{ м/с.}$$

Ответ: $80\text{ }^\circ\text{F} = 300\text{ К}$;

$$252\text{ км/ч} = 70\text{ м/с};$$

$$2,4\text{ трлн gal (жидкостных галлонов, США)} = 9 \cdot 10^9\text{ м}^3;$$

$$8\text{ морских миль/ч} = 20\text{ м/с.}$$

Задача VI.1.2.3. Бриз (15 баллов)

Темы: атмосфера, ветер.

Условие

Солнечные лучи по-разному прогревают сушу и океан. Океан они прогревают лучше, проникая глубже, в то время как на суше глубина их проникновения ограничена верхним слоем почвы. По этой причине суточные колебания температуры над сушей гораздо больше, чем над водой. Для прибрежных районов эта разница, называемая дифференциальным нагревом, может оказывать большое влияние на погоду за счет образования морского и берегового бризов.

Циркуляция морского бриза состоит из двух противоположных потоков: один у поверхности (его называют морским бризом) и другой наверху (обратного потока). Эти два потока являются результатом разницы в плотности воздуха над сушей и над морем, вызванной различным солнечным нагревом. Количество солнечной радиации, поступающей к суше и к морю одинаково, но поскольку суша и море имеют разную теплоемкость и разную глубину прогревания, то температура подстилающей поверхности будет разной.

По мере нагревания воздуха его плотность уменьшается, создавая слабую область низкого давления (1). Над прилегающей водой более холодный и плотный воздух под действием силы тяжести опускается вниз и начинает двигаться по направлению к побережью (2). Резкая граница (фронт морского бриза) образуется из-за большой разницы температуры воздуха над сушей и над водой. Толчок воздуха со стороны моря двигает менее плотный воздух над сушей, заставляя его подниматься (3). Над сушей воздух, поднятый фронтом морского бриза, начнет охлаждаться. Это охлаждение означает, что плотность воздуха снова увеличивается, образуя небольшую область высокого давления (4). Обычно это происходит на высоте от 1000 до 1500 м. Разница давления и плотности воздуха над сушей и водой заставляют воздух перемещаться обратно в сторону моря (5). Оказавшись снова над водой, воздух охлаждается, увеличивается его плотность, и он опускается к поверхности (6), что повышает давление у поверхности океана (7). Весь процесс повторяется, поскольку поток воздуха толкает фронт морского бриза дальше вглубь суши.

Как вы видите, основные процессы формирования морского бриза пронумерованы. Расставьте цифры на рисунке VI.1.2, согласно представленному описанию.

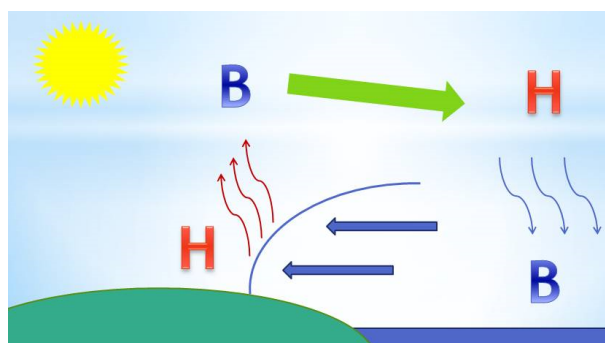


Рис. VI.1.2. Формирование морского бриза

Решение

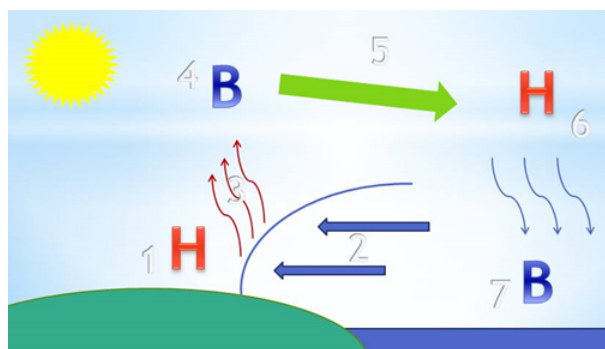


Рис. VI.1.3. Формирование морского бриза

Задача VI.1.2.4. Погода в аэропортах (18 баллов)

Темы: кодирование погоды, метеорология.

Условие

На рисунке VI.1.4 дана закодированная информация о погоде в шести аэропортах.

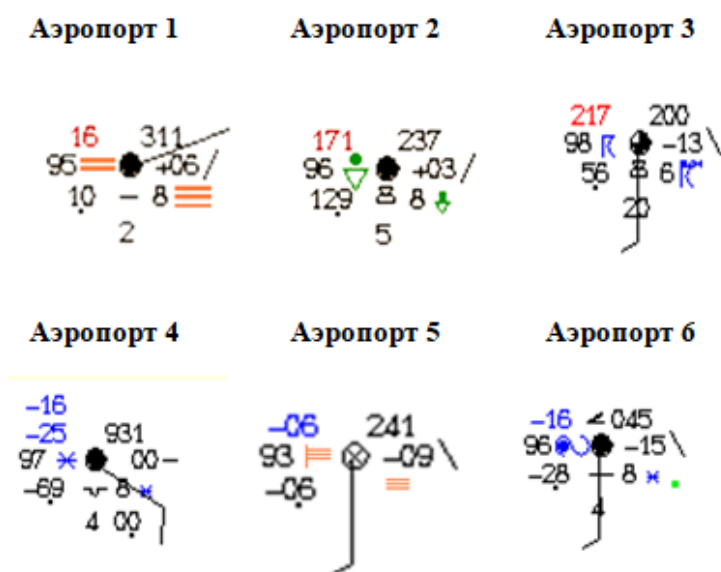


Рис. VI.1.4. Информация о погоде

1. Выберите номера аэропортов, где может ожидать задержка вылетов самолетов из-за тумана:
 - a. аэропорт 1;
 - b. аэропорт 2;
 - c. аэропорт 3;
 - d. аэропорт 4;
 - e. аэропорт 5;
 - f. аэропорт 6.

Решение

Туман условно изображают тремя горизонтальными линиями. В предыдущий срок наблюдений (значок стоит в нижнем правом углу) туман был в двух аэропортах: 1 и 5. Однако в текущий момент в аэропорту 1 дымка — две горизонтальные линии слева от центра.

Ответ: е.

2. Ветер какого направления наблюдается в большинстве аэропортов:
- северный;
 - северо-восточный;
 - восточный;
 - юго-восточный;
 - южный;
 - юго-западный;
 - западный;
 - северо-западный.

Решение

Отрезок с опереньем, проведенный от центра, указывает откуда дует ветер. В трех из пяти аэропортов (3, 5 и 6) вевер дует с юга.

Ответ: е.

3. В каком аэропорту дефицит точки росы наибольший:
- аэропорт 1;
 - аэропорт 2;
 - аэропорт 3;
 - аэропорт 4;
 - аэропорт 5;
 - аэропорт 6.

Решение

Дефицит точки росы — это разность между температурой воздуха и температурой точки росы.

В аэропорту 1 дефицит точки росы составляет $16 - 1 = 1$ °С.

В аэропорту 2 — $17,1 - 12,9 = 4,2$ °С.

В аэропорту 3 — $21,7 - 5,6 = 16,1$ °С.

В аэропорту 4 — по модулю $-16 - (-6,9) = 9,1$ °С.

В аэропорту 5 — 0 °С.

В аэропорту 6 — по модулю 13,2 °С.

Ответ: с.

Задача VI.1.2.5. Спутниковый снимок (11 баллов)

Темы: облачность на спутниковом снимке, метеорология.

Условие

Глядя на спутниковый снимок, ответьте на вопросы.

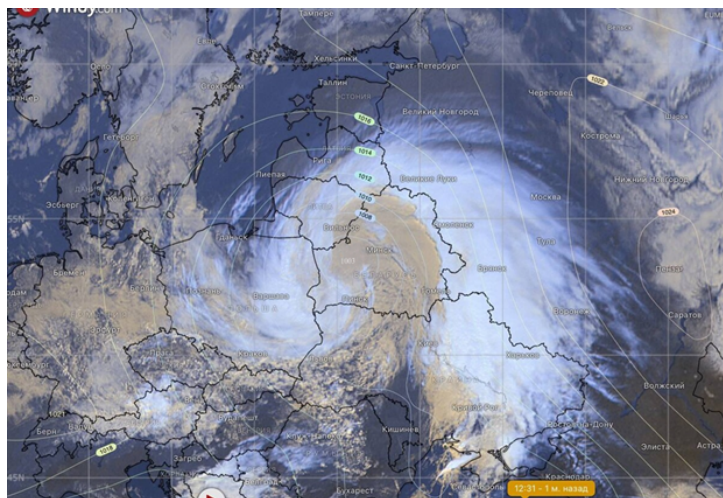


Рис. VI.1.5. Снимок со спутника

1. Какой синоптический объект вы видите в центре снимка?
 - а. антициклон;
 - б. циклон;
 - с. тропический циклон.

Решение

В центре снимка циклон.

Ответ: б.

2. Центр этого объекта находится ближе всего к какому городу?
 - а. Варшава;
 - б. Минск;
 - с. Смоленск.

Решение

В центре спирали циклона виден Минск.

Ответ: б.

3. Какие облака над Великим Новгородом?
 - а. кучево-дождевые;
 - б. кучевые хорошей погоды;
 - с. слоистые;
 - д. перистые.

Решение

Над Великим Новгородом видны выбросы перистой облачности волокнистой текстуры.

Ответ: d.

Задача VI.1.2.6. Карта погоды (12 баллов)

Темы: синоптическая карта, метеорология.

Условие

Глядя на карту погоды, ответьте на вопросы.

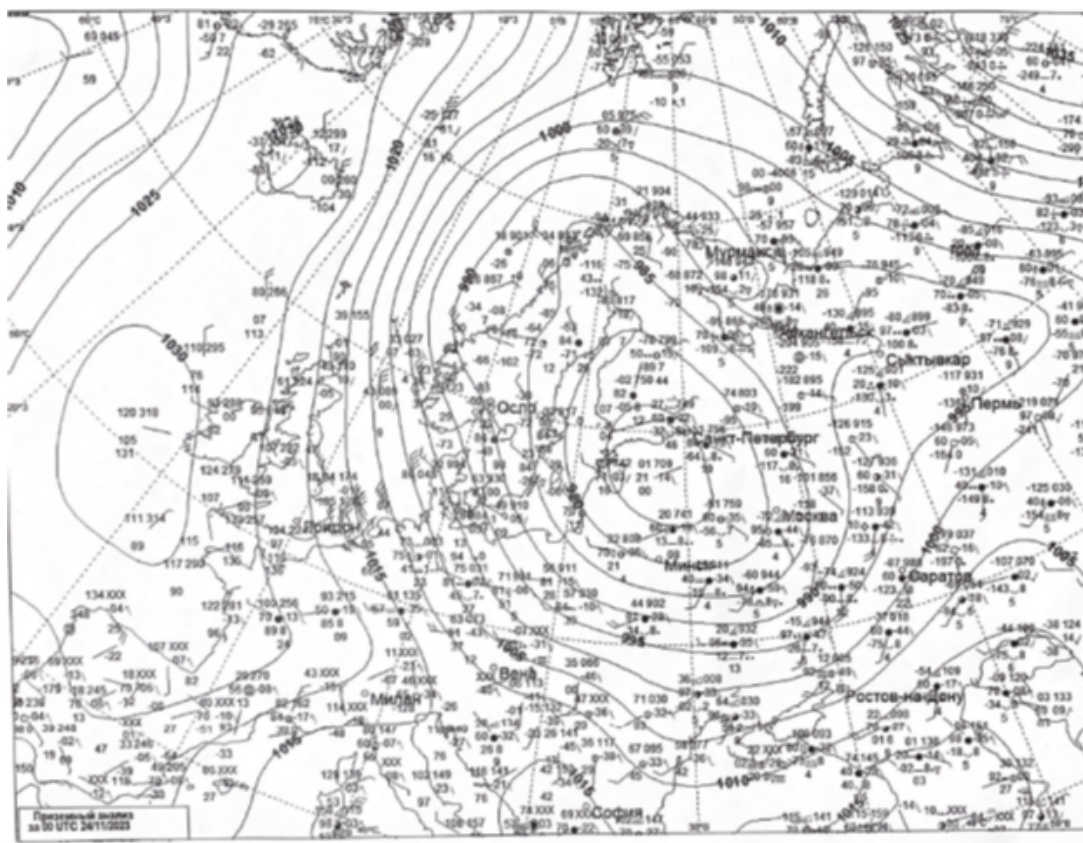


Рис. VI.1.6. Карта приземной погоды

1. Линии (изобары) на карте приземного давления (рисунок VI.1.6) соединяют точки одинакового давления. Разница значений давления и расстояния между двумя изобарами будут по существу определять скорость ветра. Чем больше расстояние, тем меньше градиент давления, следовательно, слабее ветер. Анализируя карту (рисунок VI.1.6) определите, где ветер сильнее: в городе Осло или в городе Сыктывкар?

Решение

В Осло изобары изображены чаще, чем в Сыктывкаре, следовательно, градиент давления здесь больше.

Ответ: Осло.

2. На экваторе солнце нагревает воду и сушу сильнее, чем на остальной части земного шара. Теплый экваториальный воздух поднимается выше в атмосферу и мигри-

рует к полюсам. Области высокого и низкого давления возникают из-за восходящего и нисходящего воздуха. Давление измеряется в гПа (гектопаскалях). Стандартным давлением на уровне моря считается давление 1013 гПа. Ветры обычно дуют из областей высокого давления в области низкого давления. Граница между этими двумя областями называется фронтом.

По рисунку VI.1.6 определите, зона какого давления (высокого или низкого) наблюдается над Санкт-Петербургом.

Решение

Санкт-Петербург находится почти в центре циклона — области с низким давлением.

Ответ: область низкого давления.

Инженерный тур

Общая информация

Для России, как и для мира в целом, актуальной экологической проблемой является загрязнение окружающей среды, чему способствует сжигание угля, нефти, газа, древесины. Одним из возможных путей решения является развитие возобновляемых источников энергии — природных ресурсов, которые имеют свойство воспроизводиться в результате природных процессов. Их использование в ходе производства электрической или тепловой энергии не оказывает негативного воздействия на окружающую среду. Среди существующих альтернативных источников энергии наибольшей перспективой обладает ветровая энергия. Это можно объяснить простотой ветроэнергетических устройств и возможностью монтажа современных ветрогенераторов в разных географических условиях.

Участники олимпиады на заключительном этапе реально оценивают роль ресурсов ветра для получения электрической энергии и экономическую эффективность эксплуатации ветрогенераторов различной конструкции. Для этого им нужно найти и отобрать необходимую информацию и данные о характере режима ветра, разработать автоматизированную систему обработки данных, энергетических характеристик ветра, рассчитать объемы вырабатываемой энергии ветрогенераторами и оценить их эффективность в ходе эксплуатации.

Легенда задачи

Семья, состоящая из двух родителей и двух детей, очень любит природу и хочет построить энергосберегающий экодом, который не будет приносить вред природе и в то же время потребует минимум расходов на поддержание комфортных условий проживания в нем.

Для обеспечения электроэнергией они, рассмотрев возможности получения электрической энергии от Солнца и от ветра, решили остановиться на ветровой энергии, т. к. большая часть территории РФ находится в умеренных и полярных широтах, которые мало приспособлены для получения электроэнергии от солнечного излучения.

Начав интересоваться ветрогенераторами, они узнали, что существует пороговая скорость ветра, ниже которой ветрогенераторы не работают. Эта скорость составляет 3–4 м/с. Поэтому первая задача, которая стоит перед семьей, определить, насколько их район подходит для установки ветрогенератора или найти регион на территории РФ, где большую часть времени скорость ветра будет не ниже порогового значения. Вторая задача — выбрать ветрогенератор, который будет обеспечивать семью электричеством по себестоимости ниже регионального тарифа, и может окупиться в течение эксплуатации. Помогите членам этой семьи осуществить их мечту.

Требования к команде и компетенциям участников

Количество участников в команде: 3–4 человека.

Компетенции, которыми должны обладать члены команды (роли, которые должны быть представлены в команде):

1. **Программист: один или два человека.** Основные компетенции: поиск и отбор фактического материала по показателям режима ветра (скорости и направления); программисты разрабатывают/осваивают алгоритмы автоматической обработки массива метеорологической информации и расчета показателей ветрового кадастра и экономической эффективности.
2. **Географ-метеоролог: один или два человека.** Основные задачи:
 - работа с массивом метеорологических данных;
 - оценка средних значений скорости ветра, анализ розы ветров;
 - оценка повторяемости скорости ветра в различных диапазонах;
 - определение рабочих диапазонов скорости ветра для ветрогенератора;
 - расчет продолжительности скорости ветра по соответствующим диапазонам;
 - оценка объемов вырабатываемой электрической энергии.
3. **Географ-экономист: один человек.** Основные задачи:
 - работа с экономическими данными;
 - расчет денежных потоков;
 - оценка выгоды от электрогенератора;
 - сравнительный анализ срока окупаемости от различных типов ветрогенератора;
 - выбор наилучшего ветрогенератора для экоддома.

Оборудование и программное обеспечение

Компьютерный класс.

Персональный компьютер с установленной средой разработки для программирования на языках Python и C++, офисное приложение (электронные таблицы), выход в интернет.

Описание задачи

В рамках очного этапа участникам НТО предлагается обосновать целесообразность получения электрической энергии посредством установки ветрогенератора для энергоэффективного экоддома. **Энергосберегающим, энергоэффективным, пассивным домом или экоддомом называют** такое жилище, которое требует минимум расходов на поддержание комфортных условий проживания в нем.

В рамках инженерного тура необходимо пройти три этапа.

Первый этап:

1. На территории Российской Федерации выбрать регион, характеризующийся необходимым режимом скорости ветра на основе информации, имеющейся в сети интернет.
2. Выбрать населенный пункт (метеостанцию) в отобранном регионе.
3. Для выбранного населенного пункта (метеостанции) по данным наблюдения за пятилетний период разработать ветровой кадастр. При необходимости разработать алгоритм автоматизации процесса расчета показателей ветрового кадастра.

Второй этап:

1. Для реализации проекта экодому с соответствующим объемом потребления электрической энергии подобрать ветроэнергетическую установку (ВЭУ) с полным комплектом необходимых электротехнических устройств.
2. Определить экономическую эффективность эксплуатации ветрогенератора (ов) в процессе его (их) эксплуатации.

Третий этап:

1. По результатам двух этапов инженерного тура подготовить итоговый отчет в виде рекомендации по выбору региона для строительства экодому и ветрогенератора для обеспечения электрическим током. Отчет представить в виде презентации.
2. Защита отчета (презентации). Доклад на 5 мин.

Этап 1

1. На территории Российской Федерации выбрать регион, характеризующийся необходимым режимом скорости ветра на основе информации, имеющейся в сети интернет.
2. Выбрать населенный пункт (метеостанцию) в отобранном регионе.
3. Для выбранного населенного пункта (метеостанции) по данным наблюдения за пятилетний период разработать ветровой кадастр. При необходимости разработать алгоритм автоматизации процесса расчета показателей ветрового кадастра.

Выбор региона и населенного пункта (метеостанции) по ветровым ресурсам

В сети интернет существует множество справочной информации о районировании территории России по ветровой нагрузке. На основе этой информации участникам необходимо выбрать регион, где они планируют внедрить проект экодому. Выбор населенного пункта (метеостанции) по значениям максимальной скорости ветра следует осуществить по интернет-ресурсам <http://rp5.ru>, <http://PogodaiKlimat.ru>, <https://www.gismeteo.ru> и др., а также на сайте Росгидромета (meteof.gov.ru). Кроме того, страницы региональных управлений Росгидромета содержат список метеостанций, по которым в дальнейшем можно найти данные о скоростях ветра.

Команды выбирают разные населенные пункты (метеостанции). Капитан команды после выбора населенного пункта указывает его название на доске.

Разработка ветрового кадастра

Для разработки ветрового кадастра необходимо провести анализ следующих характеристик ветрового и энергетического режима по выбранной метеостанции за пятилетний период из базы **gp5.ru**:

1. среднегодовая скорость ветра за пять лет;
2. годовой ход по среднемесячным значениям;
3. суточный ход ветра за каждый месяц по восьми срокам наблюдений;
4. повторяемость различных градаций скоростей ветра;
5. максимальная скорость ветра за пять лет;
6. распределение периодов энергетических затиший (0–2,9 м/с) помесечно и длительности рабочего периода для диапазона скорости 3–25 м/с.
7. среднегодовая удельная энергия ветрового потока и среднегодовая удельная мощность;
8. роза ветров помесечно и за год.

В связи с большим объемом данных, которые требуются проанализировать при составлении кадастра, желательно разработать автоматизированный алгоритм.

Средняя месячная скорость ветра рассчитывается по формуле [VI.2.1](#):

$$V_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_n, \quad (\text{VI.2.1})$$

где V_n — средняя суточная скорость ветра, м/с, n — количество дней в месяце.

Средняя суточная скорость ветра за каждые сутки определяются по формуле [VI.2.2](#):

$$V_n = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^c V_c, \quad (\text{VI.2.2})$$

где V_c — скорость ветра в срок наблюдения, м/с, c — количество сроков в сутках.

По среднесуточным значениям скорости ветра нарисовать месячный ход скорости ветра и выделить сутки с максимальными и минимальными значениями.

Для выявления суточного хода скорости ветра за январь месяц необходимо рассчитать средние скорости ветра за каждые восемь сроков наблюдений (ф. [VI.2.3](#)):

$$\underline{V}_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_n, \quad (\text{VI.2.3})$$

где V_n — скорость ветра в срок наблюдения, м/с, n — количество суток в месяце.

Среднегодовая удельная энергия ветрового потока $W_{\text{уд.п.}}$ (энергия, протекающая за один год через 1 м² поперечного сечения ометаемой площади) зависит от повторяемости скоростей ветра, т. е. какую долю годового времени t_i ветер дул со скоростью V_i (ф. [VI.2.4](#)):

$$W_{\text{уд.п.}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot T \cdot \sum_{i=1}^k t_i \cdot V_i^3, \quad (\text{VI.2.4})$$

где k — число градаций ветра (наблюдаемых скоростей ветра); ρ — плотность воздуха 1,25 кг/м³, T — число часов в году, 8760 ч, t_i — повторяемость градации скорости ветра (наблюдаемых скоростей ветра) в долях, V_i — скорость ветра.

Среднегодовая удельная мощность ветрового потока (ф. VI.2.5):

$$P_{\text{ср.}} = \frac{W_{\text{уд.п.}}}{T}. \quad (\text{VI.2.5})$$

Ключевые результаты по первому этапу

По подзадаче «Выбор региона и населенного пункта (метеостанции)» участники олимпиады должны представить наименование населенного пункта (метеостанции), для которой они планируют рассчитать характеристики ветрового кадастра.

По подзадаче «Разработка ветрового кадастра» необходимо получить:

1. Исходные данные по ветровым характеристикам для выбранной метеостанции из **rp5.ru**.
2. Рассчитанное значение среднегодовой скорости ветра на метеостанции за пять лет.
3. График годового хода со среднемесячными значениями скорости ветра с перечислением месяцев со скоростями ветра ниже и выше среднегодового значения. Месяцы с максимальной и минимальной скоростью.
4. Графики суточного хода по каждому месяцу с указанием времени суток с максимальными и минимальными скоростями ветра.
5. Гистограмма повторяемости скорости ветра в различных интервалах скорости ветра.
6. Таблица или график с указанием продолжительности рабочих периодов и продолжительности затиший за год.
7. Значения среднегодовой удельной энергии ветрового потока и среднегодовой удельной мощности.
8. Роза ветров по каждому месяцу и за год.

По завершении первого этапа участники олимпиады должны сделать отчет о проделанной работе в электронном виде (Word, Excel, коды). Пример наименования файла с решением: ЦГ_1_команда_название документа.

По первой подзадаче отчет должен содержать указание источника информации, на основании которой был выбран регион для строительства экоддома и обоснование выбора региона и населенного пункта (метеостанции).

Отчет по второй подзадаче должен содержать итоговые результаты по всем указанным пунктам в виде цифровых значений, графиков, таблиц и розы ветров.

Этап 2

1. Оценка повторяемости и продолжительности скорости ветра. Скорость ветра на высоте ротора.
2. Выбор альтернативных вариантов ветрогенераторов и их комплектация.
3. Оценка экономической эффективности эксплуатации ветрогенератора.

Оценка повторяемости и продолжительности скорости ветра. Скорость ветра на высоте ротора

По предлагаемым данным скорости ветра (9 вариантов) рассчитать годовую повторяемость скоростей ветра по соответствующим значениям. Далее, в зависимости от выбранных ветрогенераторов, пересчитать скорости ветра на высоту ротора. Для этих высот значения повторяемости пересчитать на продолжительность в часах за год (8760 ч).

Выбор альтернативных вариантов ветрогенераторов

Энергосберегающим, энергоэффективным, пассивным домом или экодомом называют такое жилище, которое требует минимум внешних ресурсов на поддержание комфортных условий проживания в нем. Экодом рассчитан на семью из четырех человек.

Для реализации проекта экодому с соответствующим объемом потребления электрической энергии нужно подобрать три варианта ветроэнергетических установок с полным комплектом необходимых электротехнических устройств. Фактическая суточная потребность в электричестве: **в зимние месяцы составляет 75 кВт, в весенние месяцы 73 кВт, в летние — 70 кВт, в осенние — 72 кВт.**

Для обеспечения потребности в электричестве необходимо подобрать три варианта ветрогенераторов, чтобы в дальнейшем выбрать один вариант с точки зрения экономической эффективности и комплект вспомогательных устройств: контроллер заряда, аккумуляторы, инвертор. Выбор следует осуществить на основе сайта поставщиков из интернета. При выборе необходимо учесть все особенности размещения различных систем ветрогенераторов (вертикальные и горизонтальные редукторы).

Поскольку ветрогенератор предполагается эксплуатировать для частных целей, выбор из трех вариантов следует делать, исходя из показателей экономической эффективности.

Ввиду того, что высота большинства ВЭУ выше 10 м, необходимо оценить прирост скорости ветра на высотах. Для пересчета скорости ветра с высоты флюгера (10 м) на интересующие высоты можно воспользоваться формулой VI.2.6:

$$V_{h2} = V_{h1} \left(\frac{h_2}{h_1} \right)^m, \quad (\text{VI.2.6})$$

где V_{h1} — скорость ветра на высоте 10 м в м/с, V_{h2} — скорость ветра на интересующей высоте, m — показатель степени, 0,2.

Мощность единичной ВЭУ в кВт определяется выражением ф. VI.2.7:

$$N_o = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot D^2 \cdot V_p^3 \cdot \varepsilon \cdot \eta_p \cdot \eta_r, \quad (\text{VI.2.7})$$

где D — диаметр ветроколеса, м; V_p — расчетная скорость ветра на высоте ротора, м/с; η_p и η_r — КПД редуктора и генератора (0,85 и 0,45 соответственно), $\varepsilon = 0,45$.

Выработка электроэнергии за год (месяц) в кВт нужно найти по формуле VI.2.8:

$$N_n = \sum_{i=1}^n N_i \cdot t_i, \quad (\text{VI.2.8})$$

где t_i — продолжительность ветра с соответствующей скоростью за исследуемый период, ч, N_i — вырабатываемая ВЭУ мощность при скорости ветра V_i , кВт, n — количество градаций (наблюдаемых скоростей ветра выше стартовой скорости генератора) скоростей ветра. Стоит учесть, что при достижении номинальной скорости ветра ветрогенератор не вырабатывает электрический ток выше заявленного в техническом паспорте.

Оценка экономической эффективности эксплуатации ветрогенератора

Определить экономическую эффективность эксплуатации ветрогенератора(ов) в процессе его(их) эксплуатации по показателю срока окупаемости.

Срок окупаемости определяем исходя из доходной части и затратной части.

При расчете следует учесть, что региональные тарифы ежегодно повышаются примерно на 4%, и тариф берем без дневных и ночных ставок.

Расчетный шаг срока окупаемости 1 год на 20 лет.

В расчете наступления срока окупаемости можно также учесть такие параметры, как стоимость подключения к существующим электросетям (200 тыс. руб.) или подведение отдельной линии общей суммой затрат 1,5 млн руб., а также возможность реализации излишков электроэнергии. Для расчета срока окупаемости следует использовать таблицы денежного потока по годам: приток и отток денежных средств на период эксплуатации, а также значение сальдо между притоком и оттоком.

Для правильного отбора ветрогенератора (комплекса из нескольких ветрогенераторов) из трех рассматриваемых альтернативных вариантов надо отобрать вариант с максимальным значением эффективности. Оценка эффективности следует провести путем расчета для каждого варианта:

- себестоимости электрической энергии, получаемой ветрогенератором, и сравнения с региональным тарифом стоимости кВт электрической энергии, при использовании сетевого электричества;
- оценка срока окупаемости за 20-летний период только при электрообеспечении ветрогенератором, можно предусмотреть продажу излишка энергии «соседям» по стоимости ниже регионального тарифа.

Тарифы на электроэнергию на 2024 г. можно получить на сайтах региональных операторов поставщиков электроэнергии. Начало эксплуатации ветрогенератора — сентябрь 2024 года.

Себестоимость электрической энергии от ветрогенератора (СВГ) рассчитываем, исходя из годовой выработки электрической энергии, общей выработки электричества за примерный срок службы ветрогенератора (в среднем 20 лет) — **A**, и суммы затратной части — **B**:

- стоимость ветрогенератора с комплектующими;
- стоимость монтажа (можно найти на сайте продавца, если данные отсутствуют, то 20% от стоимости оборудования);
- затраты на ежегодное техобслуживание (проверка и смазка, покраска, проверка креплений и др.);
- замена аккумуляторов каждые пять лет (без учета инфляции).

Надежные поставщики ветрогенераторов указывают стоимость техобслужива-

ния. Если информация отсутствует, то примем стоимость ТО в размере 30 тыс. руб. (без учета инфляции). Себестоимость электричества от ветрогенератора — $СВГ = В / А$, руб. за 1 кВт. Срок окупаемости определяем исходя из доходной части ($Д$) и затратной части ($З$),

$$Д = \text{Годовая (или квартальная) выработка ВГ} \cdot \text{Тариф ВГ},$$

где **Тариф ветрогенератора = Рег.тариф. – СВГ.**

При расчете следует учесть, что региональные тарифы ежегодно повышаются примерно на 4%; тариф берем без дневных и ночных ставок. Расчетный шаг срока окупаемости — 1 год на 20 лет.

В расчете наступления срока окупаемости можно также учесть такие параметры, как стоимость подключения к существующим электросетям (200 тыс. руб.) или подведение отдельной линии общей суммой затрат 1,5 млн руб.

Для расчета срока окупаемости следует использовать таблицы 1, 2 и 3 денежного потока по годам: приток и отток денежных средств на период эксплуатации, а также значение сальдо между притоком и оттоком.

Таблица VI.2.1: Приток денежных средств, руб.

Показатели	Годы						Итого
	2024	2025	2026	2027	
â							

Таблица VI.2.2: Отток денежных средств, руб.

Показатели	Годы						Итого
	2024	2025	2026	2027	
â							

Таблица VI.2.3: Сальдо денежного потока, руб.

Показатели	Годы						Итого
	2024	2025	2026	2027	
Приток							
Отток							
Сальдо							

По полученным значениям нужно построить график по трем значениям. Точка времени, где значение сальдо станет положительным, и есть наступление срока окупаемости эксплуатации ветрогенератора. Чем раньше наступает срок окупаемости, тем эффективнее выбор ветрогенератора.

Пример графического метода определения срока окупаемости приводится на рисунке VI.2.1.

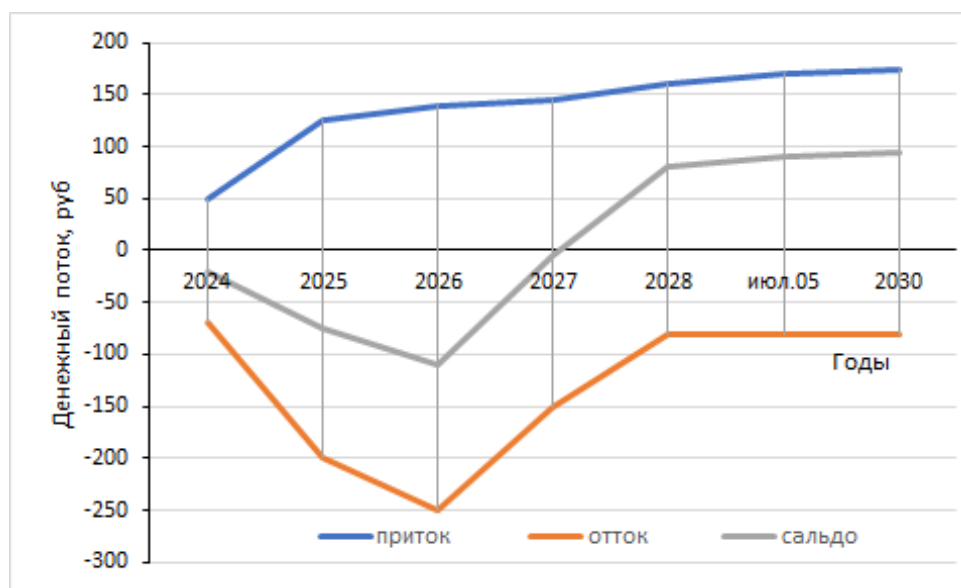


Рис. VI.2.1. График для определения срока окупаемости

Ключевые результаты по второму этапу

По подзадаче «Оценка повторяемости и продолжительности скорости ветра. Скорость ветра на высоте ротора» участники олимпиады должны получить следующие результаты:

1. Повторяемость скорости ветра по наблюдаемым значениям за год (таблица). Данные о продолжительности (в ч) наблюдаемых скоростей ветра за год по полученным значениям повторяемости (таблица). Результаты расчета изменения скорости ветра от высоты флюгера (10 м) к высоте ротора и их повторяемость (таблица) за год.

По подзадаче «Выбор альтернативных вариантов ветрогенераторов и их комплектация» необходимо получить:

1. Технические характеристики трех ветрогенераторов (альтернативных вариантов) и их стоимость (ссылка на источник информации).
2. Перечень дополнительного оборудования и их стоимость (ссылка на источник информации).
3. Текст обоснования выбора ветрогенераторов (альтернативных вариантов) и дополнительного оборудования.

По подзадаче «Оценка экономической эффективности эксплуатации ветрогенератора»:

1. Сведения о стоимости монтажа и технического обслуживания.
2. Таблица с ежегодными значениями выработки электроэнергии по каждому ВЭУ.
3. По каждому варианту ветрогенератора рассчитать капитальные затраты на покупку оборудования, монтаж и текущие расходы на обслуживание и замену аккумуляторов за 20 лет (отток денежных средств).

4. Для каждого варианта ветрогенератора рассчитать итоговую сумму вырабатываемой электроэнергии за 20 лет.
5. Рассчитать себестоимости кВт электричества от ветрогенератора (для каждого варианта).
6. Получить данные по региональному тарифу на электроэнергию на 2024 г. (ссылка).
7. Определить значение тарифа ветрогенератора для всех вариантов.
8. Таблица годовой доходной части за 20 лет. В доходной части учитывается выгода от эксплуатации ветрогенератора по сравнению с региональным тарифом. Также можно учесть приход от «продажи» излишков энергии в виде отдельной статьи дохода.
9. Таблица с ежегодными совокупными затратами.
10. Таблица и график определения сальдо (срока окупаемости каждого варианта).
11. Обоснование выбора варианта по дате (год) наступления срока окупаемости, который должен наступить до завершения эксплуатации ветрогенератора (20 лет). Наиболее выгодный вариант — наступление срока эксплуатации до середины срока эксплуатации.

По завершении второго этапа участники олимпиады должны сделать отчет о проделанной работе в электронном виде (Word, Excel, коды). Пример наименования файла с решением: ЦГ_2_команда_название документа.

По первой подзадаче отчет должен содержать таблицу(ы) повторяемости скоростей ветра за год, данные продолжительности наблюдаемых скоростей ветра за год, данные пересчета скорости ветра с 10 м на высоту ротора. Отчет по второй подзадаче должен содержать итоговые результаты по всем указанным пунктам в виде цифровых значений, графиков и таблиц.

Этап 3

1. По результатам двух дней инженерного тура подготовить итоговый отчет в виде рекомендации по выбору региона для строительства экодома и ветрогенератора для обеспечения электрическим током. Отчет представить в виде презентации.
2. Защита отчета. Доклад на 5 мин.

Ключевые результаты по третьему этапу

Презентация.

Презентацию (отчет) загрузить в систему проверки. Пример наименования файла: ЦГ_3_команда_название документа.

Система оценивания

Выбор региона и населенного пункта (метеостанции) по ветровым ресурсам

При начислении баллов по выполненным задачам учитывается точность, корректность и полнота обоснования принятия решения. Баллы суммируются.

Таблица VI.2.4

№	Параметры оценки (задания)	Балл, до	Штраф	Бонус
1	Наличие нескольких альтернативных источников информации о характере ветрового режима на территории РФ (не менее трех)	3		
2	Обоснование метода отбора региона (ветровая карта РФ, СНиП по климату) и населенного пункта	3		
ИТОГО		6		

Система оценивания может быть скорректирована разработчиками по ходу финала вследствие технических причин или в случае возникновения спорных ситуаций с учетом мнений экспертной комиссии.

Разработка ветрового кадастра

При начислении баллов по выполненным задачам учитывается скорость, корректность и полнота обоснования принятия решения. Баллы суммируются.

Таблица VI.2.5

№	Параметры оценки (задания)	Балл, до	Штраф	Бонус
1	Точность значения среднегодовой скорости ветра на метеостанции за пять лет и корректность представленной величины (штраф за округление до целого или количество знаков после запятой больше одного знака)	4	1	
2	Правильное оформление графика годового хода среднемесячных значений скорости ветра (штраф за отсутствие подписи к осям)	6	1	
3	Полный список месяцев со скоростями ветра ниже и выше среднегодового значения и месяцы с максимальной и минимальной скоростью	1		
4	Правильные графики суточного хода по каждому месяцу с указанием времени суток с максимальными и с минимальными скоростями ветра (штраф за отсутствие подписи к осям или отсутствие легенды)	7	1	
5	Правильная гистограмма повторяемости скорости ветра в различных интервалах скорости ветра (штраф за отсутствие подписи к осям)	8	1	

Таблица VI.2.5

№	Параметры оценки (задания)	Балл, до	Штраф	Бонус
6	Оформленная таблица с указанием продолжительности рабочих периодов и продолжительности затиший за год (бонус за график)	8		2
7	Правильное и точное представление значений удельной мощности и удельной энергии ветра	3		
8	Роза ветров по месяцам и за год (штраф за отсутствие розы ветров за год)	5	1	
9	Автоматизация расчета элементов ветрового кадастра с использованием языка программирования	5		
ИТОГО		47	5	2

Система оценивания может быть скорректирована разработчиками во время проведения заключительного этапа по техническим причинам или в случае возникновения спорных ситуаций с учетом мнений экспертной комиссии.

Экономическая эффективность эксплуатации ветрогенератора(ов)

При начислении баллов по выполненным задачам учитывается скорость, корректность и полнота обоснования принятия решения. Баллы суммируются.

Таблица VI.2.6

№	Параметры оценки (задания)	Балл, до	Штраф	Бонус
1	Расчет себестоимости кВт электричества от ветрогенератора по каждому варианту (бонус за автоматизацию)	1	1	
2	Данные по региональному тарифу на электроэнергию с 2024 г. и с учетом инфляции за каждый год (бонус за ссылку)	2	1	
3	Точность расчета значения себестоимости ветрогенератора для всех вариантов ветрогенераторов	2		
4	Точное представление в таблице всех параметров годовой доходной части за 20 лет	3		
5	Представление в таблице всех параметров расходной части с указанием совокупных затрат за 20-летний период	3		
6	Представление в таблице значений дохода, расхода и величины сальдо	4		
7	Автоматизация процессов расчета себестоимости и срока окупаемости	3		
8	Подготовка презентации и доклад	10		
ИТОГО		28	5	2
ВСЕГО		100	5	10

При равенстве баллов будет учитываться время загрузки рабочих материалов (отчетов) для проверки в систему проверки решений. Первый загрузивший получит дополнительные 3 балла.

Решение задачи

Этап 1

Подзадача «Выбор региона и населенного пункта (метеостанции)»

Для выбора региона для построения экодому необходимо подобрать регионы в пределах умеренных широт, где среднегодовая скорость ветра выше 4 м/с. Участникам олимпиады для выбора региона и метеостанции следует использовать возможности интернета. Как пример в любой поисковой системе можно сделать следующий запрос: «Где в России можно использовать ветрогенераторы?» В рамках запроса можно получить необходимую информацию. Например, статья «Названы самые перспективные районы для развития ВИЭ в России»: https://finance.rambler.ru/economics/46036280/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink. Можно также получить и картографический материал (см. рисунки Ветроэнергетический потенциал регионов РФ и населенного пункта (метеостанции) по ветровым ресурсам и Карту среднегодовых скоростей ветра на территории РФ).

Источник: <https://rawi.ru/wp-content/uploads/2020/rawi-report-for-2019-rus.pdf>.



Рис. VI.2.2. Ветроэнергетический потенциал регионов РФ [1] и населенного пункта (метеостанции) по ветровым ресурсам

Согласно представленной выше информации, в качестве примера решения инженерной задачи выбираем города Анадырь в Чукотском АО. Согласно этому изданию [1] данная территория является наиболее перспективной в применении технологий ветроэнергетики.

Подзадача «Разработка ветрового кадастра»

1. Данные по параметрам ветра за пятилетний период взяты с сайта [2] <https://rp5.ru/>.
2. Рассчитывается значение среднегодовой скорости ветра на метеостанции за 5 лет и выявляется максимальная скорость ветра.

Максимальная скорость ветра (не порыв) за 5 лет, м/с	34
средняя скорость ветра за 5 лет, м/с	5,3

3. Годовой ход скорости ветра.

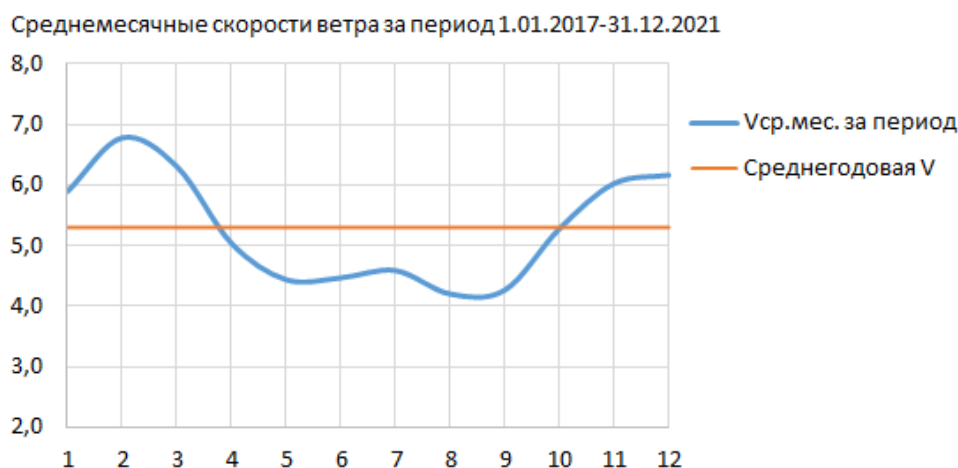


Рис. VI.2.3. Среднегодовая и среднемесячные скорости ветра в Анадыре

В январе, феврале, марте, ноябре и декабре средние скорости ветра выше среднего годового значения с максимумом в феврале. В апреле, мае, июне, июле, августе, сентябре и в октябре скорости ниже среднегодовой скорости ветра с минимумом в августе-сентябре.

4. За каждый месяц за пятилетний период определяется суточный ход — график изменения средней за пять лет скорости ветра в срок наблюдений. Пример суточного хода за январь — на рисунке Пример суточного хода скорости ветра за январь с указанием минимума и максимума.
5. На графиках указаны минимальное и максимальное значения скорости ветра за сутки.



Рис. VI.2.4. Пример суточного хода скорости ветра за январь с указанием минимума и максимума

6. Расчет повторяемостей скоростей ветра в градациях от штилевого значения до максимальной скорости и построение гистограммы.



Рис. VI.2.5. Гистограмма повторяемостей скоростей ветра

7. Рассчитываем продолжительность рабочих периодов, когда скорость ветра больше 3 м/с и меньше 25 м/с и продолжительность затиший, когда скорость ветра меньше 3 м/с и больше 25 м/с. Результаты помещаем в таблицу Продолжительность рабочих периодов и периодов затиший за год.

Таблица VI.2.7

Градации (включительно), м/с	Повторяемость, долей	Количество сроков	Продолжительность, ч
0	0,02	863	699
1-3	0,32	17525	631
4-7	0,47	25286	2729
8-11	0,13	6806	923
12-15	0,04	2259	297
16-20	0,02	952	157
21-25	0,004	233	47
26-30	0,001	79	12
31-34	0,0003	16	4
итог	1,00	54019	

8. Рассчитываем значения среднегодовой удельной энергии ветрового потока $W_{уд,п}$ и среднегодовой удельной мощности $P_{ср}$.

$W_{уд,п}$	27217669	Вт·ч/м ²
$P_{ср}$	3107	Вт/м ²

9. По значениям направления ветра рассчитываем повторяемость направлений по 16-ти румбам и строим розы ветров за каждый месяц пятилетнего периода и среднегодовую розу ветров. Пример розы ветров за май и за год — на рисунке Роза ветров с повторяемостью направлений ветра в январе. Остальные месяцы представлены в файле https://disk.yandex.ru/d/1_Ymwt4aI6uYQA/Роза_ветров_Анадырь.xlsx.

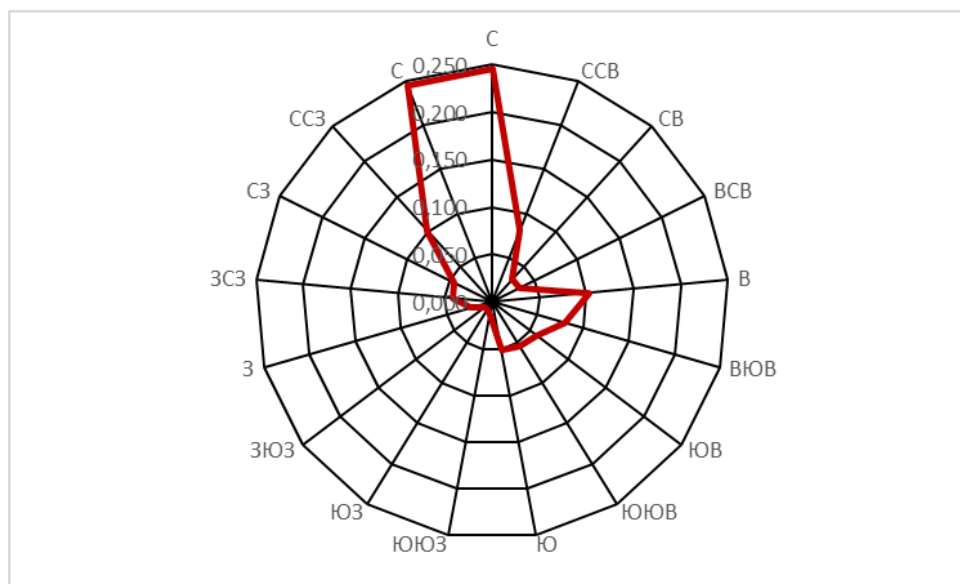


Рис. VI.2.6. Роза ветров с повторяемостью направлений ветра в январе

Этап 2

Подзадача «Оценка повторяемости и продолжительности скорости ветра. Скорость ветра на высоте ротора»

Результаты расчета повторяемости скорости ветра (продолжительности, ч) за год приведены в таблице «Годовая продолжительность различных скоростей ветра».

Таблица VI.2.8: Годовая продолжительность различных скоростей ветра, ч

Скорость ветра	2017	2018	2019	2020	2021	Общий итог	Средняя за 5 лет
0	18	51	237	196	197	699	140
1	181	517	668	733	753	2852	570
2	432	958	1057	1172	1135	4754	951
3	667	1126	1250	1428	1282	5753	1151
4	716	1241	1368	1337	1322	5984	1197
5	755	1230	1176	1113	1218	5492	1098
6	591	969	756	767	816	3899	780
7	341	728	567	521	528	2685	537
8	265	464	371	371	364	1835	367
9	177	340	272	238	287	1314	263
10	140	242	205	189	183	959	192
11	95	152	162	178	128	715	143
12	80	103	126	120	99	528	106
13	76	107	114	89	86	472	94
14	46	70	115	99	68	398	80
15	45	49	83	60	57	294	59
16	44	41	54	44	43	226	45
17	35	45	37	43	32	192	38
18	15	42	37	25	25	144	29
19	18	39	24	15	12	108	22

Таблица VI.2.8: Годовая продолжительность различных скоростей ветра, ч

Скорость ветра	2017	2018	2019	2020	2021	Общий итог	Средняя за 5 лет
20	13	25	12	11	14	75	15
21	17	10	18	6	8	59	12
22	6	11	14	4	6	41	8
23	8	10	6	6	6	36	7
24	3	4	3		7	17	4
25	5	3	4		4	16	4
26	2	6	1		5	14	4
27	3	3	1		2	9	2
28	1	1			5	7	2
29	1	5			7	13	4
30		1			5	6	3
31	2				6	8	4
32	1				1	2	1
33	1	2			1	4	1
34		1				1	1
Общий итог	4800	8596	8738	8765	8712	39611	

Скорость ветра пересчитаем на высоту 25 м.

Таблица VI.2.9: Скорость ветра на высоте 25 м/с

V, м/с на высоте флюгера 10 м	V, перерасчет на 25 м	Продолжительность ср в год, ч
0	0,0	140
1	1,2	570
2	2,4	951
3	3,6	1151
4	4,8	1197
5	6,0	1098
6	7,2	780
7	8,4	537
8	9,6	367
9	10,8	263
10	12,0	192
11	13,2	143
12	14,4	106
13	15,6	94
14	16,8	80
15	18,0	59
16	19,2	45
17	20,4	38
18	21,6	29
19	22,8	22
20	24,0	15
21	25,2	12

Таблица VI.2.9: Скорость ветра на высоте 25 м/с

V , м/с на высоте флюгера 10 м	V , перерасчет на 25 м	Продолжительность ср в год, ч
22	26,4	8
23	27,6	7
24	28,8	4
25	30,0	4
26	31,2	4
27	32,4	2
28	33,6	2
29	34,8	4
30	36,0	3
31	37,2	4
32	38,4	1
33	39,6	1
34	40,8	1

Подзадача «Выбор альтернативных вариантов ветрогенераторов и их комплектация»

При решении данной задачи возникает множество альтернативных вариантов. Это выбор различных типов ветрогенераторов с различными мощностями и стоимостью. Выбор должен определяться годовой потребностью экодома, которая равна: 6750 кВт в зимние месяцы, 6716 кВт в весенние месяцы, 6440 кВт в летние месяцы, 6624 кВт в осенние месяцы и всего за год 26530 кВт.

При такой потребности следует рассматривать ветрогенераторы номинальной мощностью 10 кВт и выше. По формуле мощность вырабатываемой энергии единичной ВЭУ в кВт зависит от диаметра ротора и скорости ветра на высоте ротора:

$$N_0 = 4,81 \cdot 10^{-4} \cdot D^2 \cdot V_p^3 \cdot \epsilon \cdot \mu_p \cdot \mu_r,$$

где D — диаметр ветроколеса, м; V_p — расчетная скорость ветра на высоте ротора, м/с; μ_p и μ_r — КПД редуктора и генератора (0,85 и 0,45 соответственно), $\epsilon = 0,45$.

Следовательно, в качестве альтернативы можно рассматривать ветрогенератор с мощностью 10 кВт, но с ротором на различных высотах или подбор лопастей с различными диаметрами, а также варианты ветрогенераторов с различными мощностями свыше 10 кВт. Поэтому, в нашем случае, мы рассмотрим решение этой подзадачи с использованием только одного ветрогенератора.

В таблице представлена техническая характеристика ветрогенератора Alterra-Skyline <https://vladivostok.promportal.su/goods/29512409/vetrogenerator-alterra-skyline-10-kvt.htm>.

Таблица VI.2.10: Скорость ветра на высоте 25 м/с

V, м/с на высоте флюгера 10 м	V, перерасчет на 25 м	Продолжительность ср в год, ч
0	0,0	140

Таблица VI.2.11: Техническая характеристика ветрогенератора Alterra-Skyline 10 кВт

Диаметр ветроколеса (м)	7,5
Номинальное число оборотов (об/мин)	35–40
Номинальная мощность (Вт)	10 000
Максимальная мощность (Вт)	11 200
Стартовая скорость ветра (м/с)	2,5
Номинальная скорость ветра (м/с)	9
Рабочая скорость ветра (м/с)	3–20
Защита от ураганных ветров	Автоматическая
Автоматическое ориентирование на ветер	да
Высота мачты (м)	25
Масса ВЭС (без мачты) (кг)	600
Количество лопастей	3
Коэффициент использования энергии ветра	> 0,42
Тип генератора	Асинхронный трехфазный генератор
Частота генератора (Гц)	0–50
Ток с генератора	Переменный
Номинальный ток (А)	50
Максимальный ток (А)	60
Характеристики инвертора	В зависимости от характеристик системы
Предельная скорость ветра (м/с)	35

Стоимость ветрогенератора 760 тыс. руб., контроллер в комплекте. В качестве дополнительного оборудования необходимо приобрести инвертор и аккумулятор или аккумуляторные батареи.

Гибридный инвертор мощностью 10 кВт (гибридный инвертор мощностью 10 кВт, высокочастотный независимый инвертор, встроенный МРРТ 160 А, напряжение батареи 48 В, функция ИБП, максимальное напряжение цепи составляет 450 В постоянного тока нужно купить с доставкой по ценам в интернет-магазине OZON (1304191675) стоимостью 77889 руб.).

Аккумуляторные батареи js solar в количестве 10 шт. стоимостью 33 тыс. руб. за единицу продукции в сумме 330 тыс. руб. В сумме 330 тыс. руб.

Выбор данной модели обусловлен тем, что ветрогенератор 10 кВт является эффективным оборудованием для выработки экологически чистой и бесплатной электроэнергии. Если нет центральной электросети или есть проблемы с электроснабжением, то ветрогенераторы — идеальное решение в особенности для автономных систем. Эта модель ветрогенератора 10 кВт имеет простую конструкцию и невысокую стоимость. Рекомендуется для регионов без штормовых ветров. Генератор бесщеточный, на постоянных магнитах, без редуктора. Корпус ветрогенератора оснащен

охлаждающими ребрами. Скользящая контактная пара не требует обслуживания, гарантирует хороший ток и предотвращает скручивание кабеля в мачте.

Подзадача «Оценка экономической эффективности эксплуатации ветрогенератора»

1. Монтаж.

Установка ветрогенератора высотой до 50 м не требует разрешения.

Варианты работы:

- Шефмонтаж (с нашей стороны — контроль специалиста, с вашей стороны — исполнение).
- Полный монтаж.

Услуга монтажа платная и зависит от многих факторов: от удаленности места до мощности устанавливаемой системы.

Стоимость шефмонтажа (руководство и контроль) включает:

- дорожные расходы до места монтажа;
- проживание специалиста (3000 руб./день);
- стоимость услуги шефмонтажа от 10000 руб. (зависит от мощности и сложности установки).

В нашем случае выбираем шефмонтаж, но для этого приглашаем местных специалистов, и их услуги оцениваются 20% от стоимости оборудования, следовательно, 152 тыс. руб. с учетом оплаты услуг специалиста-руководителя.

2. Определим объем выработки электроэнергии выбранного ветрогенератора с указанными техническими характеристиками и режимом ветра.

Таблица VI.2.12: Объем выработки электроэнергии ветрогенератора Iterra-Skyline 10 кВт

Ветер м/с, 25 м	Мощность единичного ВЭУ, N_o	Годовая выработка, N_n
2,40	0,06	61,38
3,60	0,22	250,71
4,80	0,52	618,13
6,01	1,01	1108,02
7,21	1,74	1359,29
8,41	2,77	1486,43
9,61	4,13	1516,39
10,81	5,88	1546,07
12,01	8,07	1547,83
13,21	10,74	1535,99
14,41	13,95	1472,59
15,61	17,73	1673,70
16,82	22,14	1762,68
18,02	27,24	1601,50
19,22	33,05	1494,08
20,42	39,65	1522,49
21,62	47,06	1355,46
22,82	55,35	1195,61
24,02	64,56	968,
25,22	74,74	881,89

Таблица VI.2.12: Объем выработки электроэнергии ветрогенератора Iterra-Skyline 10 кВт

Ветер м/с, 25 м	Мощность единичного ВЭУ, N_o	Годовая выработка, N_n
26,42	85,93	704,62
27,63	98,19	706,95
28,83	111,56	474,13
30,03	126,09	504,38
31,23	141,84	496,44
32,43	158,84	357,40
33,63	177,15	413,36
34,83	196,82	852,89
36,03	217,89	653,67
37,23	240,41	961,66
38,44	264,44	264,44
39,64	290,01	386,68
40,84	317,18	317,18
	Итого за год	32052,44

По полученным значениям можно сделать вывод о том, что данный тип генератора позволяет полностью обеспечить наш экодом электроэнергией, и еще остается дополнительный запас в объеме 5522 кВт.

3. Определим капитальные и текущие затраты по ветрогенератору и дополнительному оборудованию.

Капитальные затраты:

- покупка ветрогенератора 760 тыс. руб.;
- монтаж 152 тыс. руб.;
- инвертор 77889 руб.;
- аккумуляторные батареи js solar в количестве 10 шт. стоимостью 33 тыс. руб. за ед. продукции, в сумме — 330 тыс. руб.
- итого капитальные затраты — 1319889 руб.

Текущие затраты:

ежегодное техническое обслуживание в размере 30 тыс. руб.; замена АКБ через каждые 5 лет — 330 тыс. руб.; за 20 лет текущие расходы составят: ТО — 600 тыс. руб., замена АКБ — 990 тыс. руб. Итого — 1590000 руб.

Общие расходы по установке и эксплуатации ветрогенератора составят 2909889 руб.

4. Рассчитаем себестоимость кВт энергии от ветрогенератора.

Себестоимость электричества от ветрогенератора — $СВГ = \frac{B}{A}$, где общей объем выработки электричества за примерный срок службы ветрогенератора (в среднем 20 лет) — $A = 20 \cdot 32052,44 = 641048,8$, и суммы затратной части — B (2909889 руб).

$$СВГ = \frac{B}{A} = \frac{2909889}{641048,8} = 4,54 \text{ руб. за 1 кВт.}$$

5. Региональный тариф на электроэнергию в Анадыре для сельского населения (<https://energoseti.ru/rate/anadyr?ysclid=lt90j03sp6811375718>).

Одноставочный тариф	
I полугодие 2024	II полугодие 2024
6,79	7,06

6. Определим тариф для ветрогенератора. Тариф ветрогенератора это региональный тариф: $СВГ = 7,06 - 4,54 = 2,52$.
 Это тариф на второе полугодие 2024 года, который будет меняться ежегодно по мере изменения регионального тарифа ежегодно на 4%.
7. Доход от эксплуатации ветрогенератора к 2043 году составит 3815305,61 руб. (реальный поток денежных средств приведен в таблице «Реальный поток денежных средств (вариант 1)»). Несмотря на то, что в годы смены АКБ сальдо становится отрицательной, в целом затраты на установку ветрогенератора окупаются, так как общие затраты к 2023 году составят -2879889,00 руб. При сравнении общих доходов и затрат общее значение сальдо станет положительным и равно 935416,61 руб. (чистый доход). Эта сумма не учитывает возможностей продажи остатков электроэнергии. Однако процедура продажи излишков сопряжена целым рядом проблем (оформление ИП, налоги и т. д.).
8. Реальный поток денежных средств для определения срока окупаемости представлены на рисунке VI.2.7.

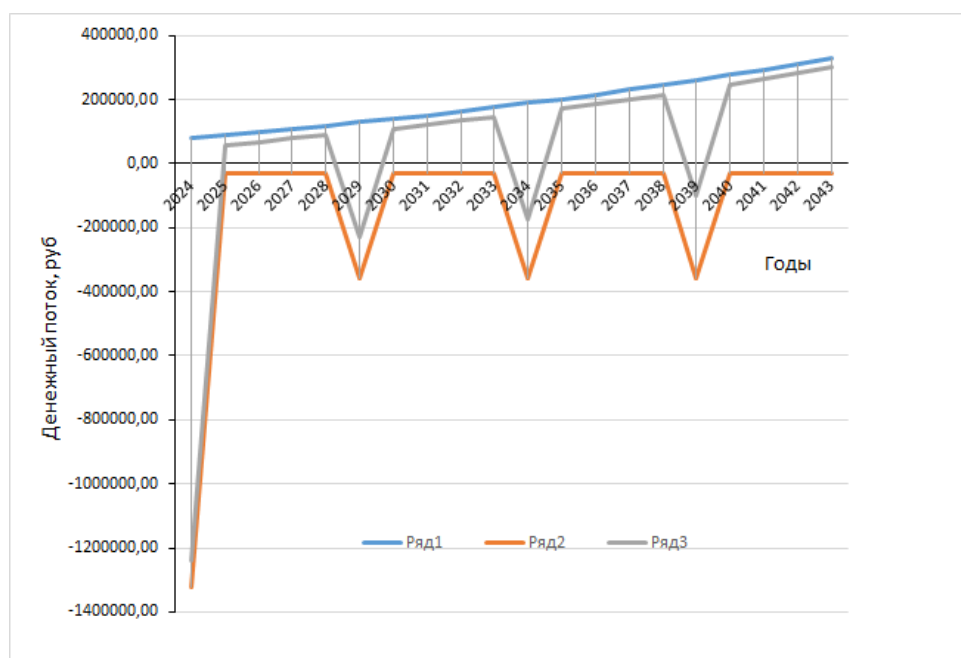


Рис. VI.2.7. Поток денежных средств, вариант 1

В выше приведенном варианте был рассмотрен оптимистический вариант денежного потока. Если предусмотреть удорожание стоимости технического обслуживания на ежегодные 4% и увеличение стоимости АКБ, то ситуация станет несколько хуже.

По замене АКБ можно предусмотреть ежегодные накопления, и на пятый год сумму накопленных средств использовать для покупки АКБ. В таком случае резко увеличится расходная часть и составит 3675355,7 руб., и значение чистого дохода составит всего 139949,95 руб. вместо 935416,61 руб. (реальный поток денежных средств при втором варианте приводится в таблице «Реальный поток денежных средств (вариант 2)»).

График для определения срока окупаемости приводится на рисунке VI.2.8.

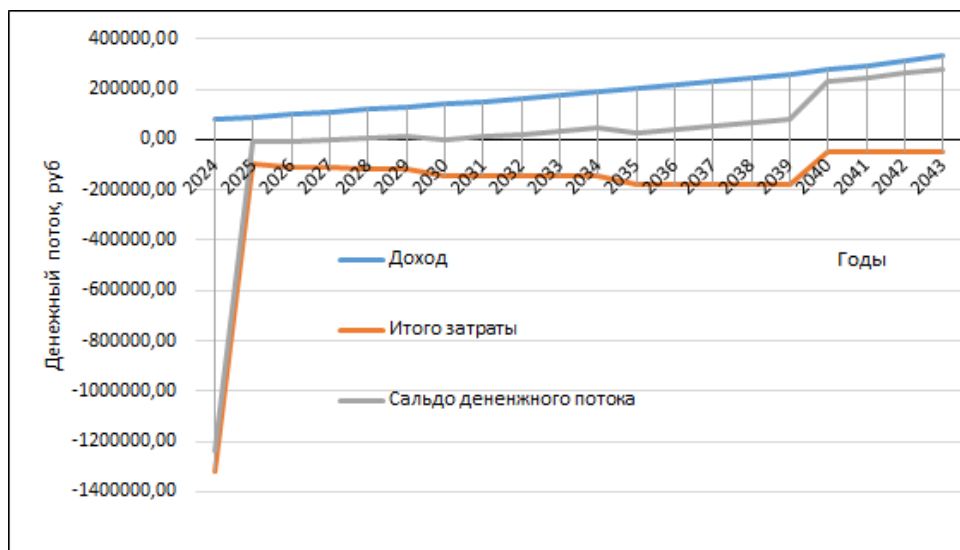


Рис. VI.2.8. Поток денежных средств, вариант 2

При втором варианте срок окупаемости наступает на седьмом году эксплуатации, то есть в 2030 году, когда сальдо денежного потока окончательно становится положительной.

Этап 3

На заключительном этапе участники олимпиады готовят итоговый отчет по результатам двух этапов в виде презентации в формате PowerPoint и готовят доклад на 5 мин. Количество слайдов — не более 15. После завершения члены команды отвечают на вопросы членов жюри.

Пример презентации команды победителя: https://disk.yandex.ru/d/1_Ymwt4aI6uYQA/presentation.pptx.

Реальный поток денежных средств (вариант 1)

Параметры	Годы										
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2033
	Приток денежных средств (доход)										
Изменение регионального тарифа	7,06	7,34	7,64	7,94	8,26	8,59	8,93	9,29	9,66	10,05	10,05
Тариф ветрогенератора	2,50	2,78	3,08	3,38	3,70	4,03	4,37	4,73	5,10	5,49	5,49
Доход	80131,10	89182,71	98596,38	108386,60	118568,43	129157,53	140170,20	151623,37	163534,67	175922,43	175922,43
	Отток денежных средств										
Капитальные затраты	-1319889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Техническое обслуживание	0	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000
Замена АКБ	0					-330000					
Итого затраты	-1319889	-30000	-30000	-30000	-30000	-360000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000
Сальдо денежного потока	-1239757,90	59182,71	68596,38	78386,60	88568,43	-230842,47	110170,20	121623,37	133534,67	145922,43	145922,43
	Годы										
	Приток денежных средств (доход)										
Изменение регионального тарифа	10,45	10,87	11,30	11,76	12,23	12,71	13,22	13,75	14,30	14,87	14,87
Тариф ветрогенератора	5,89	6,31	6,74	7,20	7,67	8,15	8,66	9,19	9,74	10,31	10,31
Доход	188805,69	202204,28	216138,82	230630,73	245702,33	261376,79	277678,22	294631,72	312263,35	330600,25	330600,25
	Отток денежных средств										
Капитальные затраты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Техническое обслуживание	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000
Замена АКБ	-330000					-330000					
Итого затраты	-360000	-30000	-30000	-30000	-30000	-360000	-30000	-30000	-30000	-30000	-30000
Сальдо денежного потока	-171194,31	172204,28	186138,82	200630,73	215702,33	-98623,21	247678,22	264631,72	282263,35	300600,25	300600,25

Реальный поток денежных средств (вариант 2)

Параметры	Годы									
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	Приток денежных средств (доход)									
Изменение регионального тарифа	7,06	7,34	7,64	7,94	8,26	8,59	8,93	9,29	9,66	10,05
Тариф ветрогенератора	2,50	2,78	3,08	3,38	3,70	4,03	4,37	4,73	5,10	5,49
Доход	80131,10	89182,71	98596,38	108386,60	118568,43	129157,53	140170,20	151623,37	163534,67	175922,43
	Отток денежных средств									
Капитальные затраты	-1319889	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Техническое обслуживание	0	-30000	-42000	-46800	-48720	-49488	-49795,2	-49918,08	-49967,232	-49986,89
Замена АКБ	0	-66000	-66000	-66000	-66000	-66000	-92400	-92400	-92400	-92400
Итого затраты	-1319889	-96000	-108000	-112800	-114720	-115488	-142195,2	-142318,08	-142367,23	-142386,89
Сальдо денежного потока	-1239757,90	-6817,29	-9403,62	-4413,40	3848,43	13669,53	-2025,00	9305,29	21167,44	33535,53
	Годы									
	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
	Приток денежных средств (доход)									
Изменение регионального тарифа	10,45	10,87	11,30	11,76	12,23	12,71	13,22	13,75	14,30	14,87
Тариф ветрогенератора	5,89	6,31	6,74	7,20	7,67	8,15	8,66	9,19	9,74	10,31
Доход	188805,69	202204,28	216138,82	230630,73	245702,33	261376,79	277678,22	294631,72	312263,35	330600,25
	Отток денежных средств									
Капитальные затраты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Техническое обслуживание	-49994,76	-49997,90	-49999,16	-49999,66	-49999,87	-49999,95	-49999,98	-49999,99	-50000,00	-50000,00
Замена АКБ	-92400,00	-129360,00	-129360,00	-129360,00	-129360,00	-129360,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого затраты	-142394,76	-179357,90	-179359,16	-179359,66	-179359,87	-179359,95	-49999,98	-49999,99	-50000,00	-50000,00
Сальдо денежного потока	46410,93	22846,38	36779,66	51271,07	66342,46	82016,84	227678,25	244631,73	262263,35	280600,25

Материалы для подготовки

1. Абанников В. Н. Инновационный менеджмент: Учебное пособие / 2-е изд. испр. и доп. — СПб.: РГГМУ, 2010. — 254 с. (стр.165–176). Ссылка для просмотра http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515142718.pdf.
2. Абанников В. Н. Практикум по дисциплине «Инновационный менеджмент». — СПб.: изд.РГГМУ, 2009. — 56 с. (стр. 22–29). Ссылка для просмотра http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217151755.pdf;
3. Белов Н. Ф., Васильев В. А. Практикум по климатологии. — Л.: изд. ЛГМИ, 1990. — 203 с. Ссылка для просмотра <http://elib.rshu.ru/search/?s=Белов>.
4. Горяев А. А и др. Возобновляемые источники энергии: учебно-методическое пособие по решению контрольных задач по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»/ Горяев А. А., Петухов С. В., Баланцева Н. Б., Бутаков С. В. — Архангельск: Издательство САФУ, 2015. — 100 с.
5. Методические рекомендации по расчету специализированных климатических характеристик для обслуживания различных отраслей экономики. Энергетика. — Саратов: Амирит, 2022. — 106 с. http://voeikovmgo.ru/?option=com_content&view=article&id=40:perechen-materialov-izdannyykh-&lang=ru.

Критерии определения победителей и призеров

Первый отборочный этап

В первом отборочном этапе участники решали задачи предметного тура по двум предметам: информатике и географии 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 не менее 70 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 45 баллов, независимо от уровня.

Заключительный этап

Индивидуальный предметный тур

- информатика — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов;
- география — максимально возможный балл за все задачи — 100 баллов.

Командный инженерный тур

Команды заключительного этапа получали за командный инженерный тур от 0 до 110 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 предметам (информатика, география) с весом $K_1 = 0,15$ каждый предмет и баллы за командное решение задач инженерного тура с весом $K_2 = 0,7$.

Итоговый балл определяется по формуле:

$$S = K_1 \cdot (S_1 + S_2) + K_2 \cdot S_3,$$

где S_1 — балл первой части заключительного этапа по информатике (предметный тур) в стобалльной системе ($S_{1 \text{ макс}} = 100$);

S_2 — балл первой части заключительного этапа по географии (предметный тур) в стобалльной системе ($S_{2 \text{ макс}} = 100$);

S_3 — итоговый балл инженерного командного тура в стобалльной системе ($S_{3 \text{ макс}} = 100$).

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 5 призеров (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	87,00 и выше
Призеры	От 72,45 до 86,55

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.

Важная задача наставника — превратить неудачу в инструмент будущего успеха. Для этого необходимо вместе с учениками наметить план развития компетенций и подготовки к будущему сезону Олимпиады. 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 (P2P). Такие опросники 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.

Еще одним направлением работы наставника после НТО может стать создание кружка по направлению профилей или по формированию необходимых компетенций: программирование, электроника, робототехника, 3D-моделирование и т. п. Формат подобного кружка может быть различным: короткие модули, дополнительные курсы, факультативы, группы дополнительного образования. Для создания кружков можно воспользоваться образовательными программами, опубликованными на сайте НТО: <https://ntcontest.ru/mentors/education-programs/>.



Важным фактором успешного участия в следующих сезонах НТО может стать поддержка родителей учеников. Знакомство с родителями помогает наставнику продемонстрировать им 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».

