

НТО

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
Всероссийской междисциплинарной олимпиады
школьников 8–11 класса
«Национальная технологическая олимпиада»
по профилю
«Анализ космических снимков и геопространственных
данных»

2024/25 учебный год

УДК 373.5.016:528.71

ББК 74.262.6

А64

Авторы:

Т. В. Байкова, С. Л. Баринов, Т. А. Гашева, А. А. Герасимов, О. В. Зубков, В. А. Кузнецова, Т. Е. Комарова, А. В. Прядилина, О. А. Рубан, А. И. Славин, Е. А. Цыганков, Д. О. Яшина

A64 Всероссийская междисциплинарная олимпиада школьников 8–11 класса «Национальная технологическая олимпиада». Учебно-методическое пособие
Том 3 **Анализ космических снимков и геопространственных данных**
— М.: Ассоциация участников технологических кружков, 2025. — 192 с.

ISBN 978-5-908021-02-9

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

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

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

05.00.00 Науки о земле

09.00.00 Информатика и вычислительная техника

20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство

ISBN 978-5-908021-02-9

УДК 373.5.016:528.71

ББК 74.262.6



9 785908 021029 >

Оглавление

1 Введение	5
1.1 Национальная технологическая олимпиада	5
1.2 Анализ космических снимков и геопространственных данных	13
2 Первый отборочный этап	16
2.1 Работа наставника НТО на этапе	16
2.2 Предметный тур. Информатика	17
2.2.1 Первая волна. Задачи 8–11 класса	17
2.2.2 Вторая волна. Задачи 8–11 класса	27
2.2.3 Третья волна. Задачи 8–11 класса	37
2.2.4 Четвертая волна. Задачи 8–11 класса	50
2.3 Предметный тур. География	65
2.3.1 Первая волна. Задачи 8–11 класса	65
2.3.2 Вторая волна. Задачи 8–11 класса	73
2.3.3 Третья волна. Задачи 8–11 класса	82
2.3.4 Четвертая волна. Задачи 8–11 класса	92
2.4 Инженерный тур	102
3 Второй отборочный этап	115
3.1 Работа наставника НТО на этапе	115
3.2 Инженерный тур	117
3.2.1 Индивидуальные задачи	117
3.2.2 Командные задачи	130
4 Заключительный этап	135
4.1 Работа наставника НТО при подготовке к этапу	135
4.2 Предметный тур	137
4.2.1 Информатика. 8–11 классы	137

4.2.2 География. 8–11 классы	151
4.3 Инженерный тур	160
4.3.1 Общая информация	160
4.3.2 Легенда задачи	160
4.3.3 Требования к команде и компетенциям участников	160
4.3.4 Оборудование и программное обеспечение	161
4.3.5 Задачи	161
4.3.6 Материалы для подготовки	189
5 Критерии определения победителей и призеров	190
6 Работа наставника после НТО	192

1. Введение

1.1. Национальная технологическая олимпиада

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

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

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

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

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

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

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

Ценности НТО

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

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

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

Решать прикладные задачи, нацеленные на умножение общественного блага

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

Создавать, а не только потреблять

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

Работать в команде

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

Осваивать и ответственно развивать новые технологии

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

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

ИграТЬ честно и пробовАть себя

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

Быть человеком

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

Организационная структура НТО

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

Соревнования в рамках НТО проводятся по четырем трекам:

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

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

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

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

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

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

Профили НТО 2024/25 учебного года и соответствующий уровень РСОШ

Профили II уровня РСОШ:

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

Профили III уровня РСОШ:

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

Профили без уровня РСОШ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Наставники НТО

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

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

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

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

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

Основные направления работы наставника

Организационные задачи:

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

Содержательная подготовка:

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

Развитие личных и командных навыков:

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

Поддержка наставников НТО

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

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

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

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

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

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

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

Сообщество наставников НТО существует и развивается. Ежегодно Кружковое движение НТИ проводит Всероссийский конкурс технологических кружков: <https://konkurs.kruzhok.org/>. Принять участие в конкурсе может каждый наставник.

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

В нем рассмотрены особенности подготовки к пяти направлениям:

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

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

1.2. Анализ космических снимков и геопространственных данных

Работа по анализу космических снимков — сложная и комплексная отрасль современных знаний и технологий, которая требует одновременно:

- глубоких знаний географии;
- основных экологических закономерностей;
- социальных и экономических реалий конкретной территории;
- умений и навыков работы:
 - ◊ с пространственными данными и географическими информационными системами;
 - ◊ поиска необходимой информации;
 - ◊ выполнения статистических расчетов.

На первом отборочном этапе проверяется подготовка по двум предметам — географии и информатике, поэтому задания направлены на выявление необходимых знаний и навыков (или способностей их быстро освоить в случае необходимости).

Формируемые и проверяемые у участников знания и компетенции:

- Знания в области физической географии мира и отдельных регионов, особенно в части природных зон, растительности и ландшафтов, распределения и характера растительности в зависимости от различных физических факторов: рельефа, гидрологии, геологии, климата и пр.
- Знания в области экономической географии и основных видов природопользования различных регионов России и мира, воздействия деятельности человека на природные экосистемы и ландшафты.
- Понимание основных экологических закономерностей и функционирования экосистем и растительных сообществ, первичных и вторичных сукцессий, лимитирующих факторов, воздействия человека на окружающую среду и природные экосистемы.
- Навыки поиска информации и источников данных в интернете, прежде всего — пространственной информации.
- Навыки анализа найденной информации, умение сопоставлять и сравнивать информацию из разных источников.

Большинство задач на знание физической и экономической географии подбираются таким образом, чтобы ответы было трудно найти простым поиском в интернете. В ходе решения участники также знакомятся с общедоступными космическими снимками и подходами к дешифрированию объектов, которые на них отражены.

Второй отборочный этап является командным и направлен, прежде всего, на обучение участников в процессе решения, работе с географическими информационными системами и пространственными данными, включая космические снимки.

Упор делается на анализ реальной информации. Здесь заранее не готовятся специальные учебные наборы данных — все задачи требуют работы с конкретными

пространственными данными, которые нужно самостоятельно найти и получить из открытых источников. В том числе используются космические снимки из открытых источников — такие же, как те, к которым обращаются исследователи и инженеры всего мира.

В качестве программных инструментов по умолчанию предлагается использовать бесплатное программное обеспечение ГИС с открытым кодом, прежде всего, QGIS и дополнительные модули к нему. Разработчики профиля составляют список рекомендованного ПО, которое обладает всеми необходимыми функциями для решения задач второго отборочного этапа. Список включает и более широкий набор программ.

Участников не ограничивают в выборе программного инструментария — они могут выбрать любой знакомый им программный пакет или написать программу обработки самостоятельно.

Таким образом, в ходе выполнения заданий второго отборочного этапа они должны освоить следующие навыки:

- поиск и загрузка общедоступных космических снимков из открытых источников;
- основы работы с растровыми данными в настольных ГИС (геоинформационных системах), установленных на компьютере;
- работа с каналами и гистограммами космических снимков в настольных ГИС;
- простейшие приемы создания и редактирования векторных пространственных данных в ГИС;
- измерения и подсчет площадей в настольных ГИС;
- операции геообработки в настольных ГИС;
- дешифрирование растительного покрова;
- редактирование атрибутивной таблицы векторных данных;
- использование алгоритмов классификации снимков;
- использование инструмента «Калькулятор растров» в QGIS (или аналогичного инструмента в других ГИС) для расчета вегетационных индексов;
- использование инструмента «Зональная статистика» в QGIS (или аналогичного инструмента в других ГИС);
- вычисление яркостной температуры по тепловому ИК-каналу;
- использование протокола WMS для доступа к данным;
- работа с данными MODIS и форматом HDF;
- поиск и загрузка радиолокационных космических снимков;
- использование методов выявления изменений (change detection);
- привязка и перепроектирование растровых изображений;
- оценка ошибок дешифрирования.

Поскольку второй отборочный этап в 2024/25 году командный, решение требует значительных усилий в ограниченный период времени и, соответственно, стимулирует разделение функций между членами команд. Задачи этого этапа непосредственно подводят к темам заключительного этапа.

Задание заключительного этапа посвящено алгоритмам и методам обработки космических снимков мониторинга состояния окружающей среды, а также алгорит-

мам и методам анализа изменений (change detection). Оно разбито на несколько частей:

- дешифрирование космических снимков;
- разработка программного кода для автоматизации обработки пространственных данных;
- геообработка векторных данных.

Для успешного решения участникам требуется применить навыки, полученные на втором втором отборочном этапе. При этом для интерпретации полученных результатов требуются знания из различных областей географии.

Задачи заключительного этапа оставляют за участниками свободу выбора методов и алгоритмов, в том числе возможность использования визуального дешифрирования вместо алгоритмов автоматической классификации.

Победители и финалисты профиля формируют вокруг себя сообщество, которое заинтересовано в изучении, продвижении и развитии методов обработки материалов дистанционного зондирования Земли.

Призеры, победители и финалисты поступают в ведущие вузы страны и успешно проходят подготовку в следующих сферах:

- создание и эксплуатация геоинформационных систем;
- анализ и обработка пространственных данных;
- разработка геопорталов, геосервисов и бизнес-решений для широкого круга потребителей в государственном и частном секторе;
- изучение современных технологий сбора, хранения, анализа и визуализации пространственных данных, включая данные дистанционного зондирования Земли и трехмерные данные, методы разработки геоинформационных систем и географических баз данных.

Знания и навыки, которые нужны для успешного отбора на заключительный этап профиля, востребованы в дальнейшей проектной работе в вузах, а также в различных областях экономики: сельское хозяйство, транспорт/логистика, добыча полезных ископаемых, экология и др. в роли специалиста, программиста, аналитика геоинформационных систем, а также картографа, специалиста по дистанционному зондированию Земли и обработке данных.

2. Первый отборочный этап

2.1. Работа наставника НТО на этапе

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

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

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

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

2.2. Предметный тур. Информатика

2.2.1. Первая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи первой волны предметного тура по информатике открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63452/enter/>.

Задача 2.2.1.1. Ускорение ускорения (10 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Рассмотрим модель движения тела. Будем фиксировать такие параметры, как координата, скорость, ускорение и ускорение ускорения (рывок). Если некоторый параметр равен a и имеет скорость изменения v , то в следующий момент времени этот параметр будет равен $a + v$.

Например, если тело имело координату, равную 10, скорость, равную 20, ускорение, равное 30 и ускорение ускорения, равное 40, то в следующий момент оно будет иметь координату 30, скорость 50 и ускорение 70. Ускорение ускорения будем считать в этой задаче постоянной величиной.

Задача довольно проста: тело в начальный момент времени 0 находится в точке с координатой 0, скоростью 0 и ускорением 0. На это тело действует постоянное ускорение ускорения, равное 6. Требуется определить, в точке с какой координатой окажется это тело в момент времени t .

Формат входных данных

В единственной строке находится одно число t , где $0 \leq t \leq 10^6$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — координату, в которой окажется тело в момент времени t .

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6
Стандартный вывод
120

Пример №2

Стандартный ввод
2
Стандартный вывод
0

Пример №3

Стандартный ввод
1000000
Стандартный вывод
999997000002000000

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int t;
6     cin >> t;
7     cout << ((t * (t - 1)) * (t - 2)) << endl;
8 }
```

Задача 2.2.1.2. Двойное остекление (15 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

У деда Василия есть два прямоугольных куска стекла. Один из них имеет размеры $a \times b$, другой — $c \times d$. Дед собирается из этих кусков сделать окно с двойным остеклением. Он хочет, чтобы окно было обязательно квадратным и как можно большим по размеру. Дед должен вырезать из имеющихся у него прямоугольников два одинаковых квадрата максимально возможного размера. Нужно написать программу, которая по заданным a, b, c, d найдет максимальные размеры квадратного окна. Имейте ввиду, что оба квадрата могут быть вырезаны и из одного прямоугольного куска стекла.

Формат входных данных

На вход подаются две строки. В первой строке находятся размеры первого прямоугольника a, b через пробел, во второй — размеры второго прямоугольника c, d через пробел, где $1 \leq a, b, c, d \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — максимальную сторону квадратного двойного окна, которое можно вырезать из заданных на входе прямоугольных кусков стекла. Ответ может быть нецелым, требуется вывести его с точностью 1 знак после десятичной точки.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 10
9 6
Стандартный вывод
5

Пример №2

Стандартный ввод
4 10
9 6
Стандартный вывод
4 . 5

Комментарий

Второй пример показывает, что иногда лучше вырезать оба квадрата из одного и того же куска стекла.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     double a, b, c, d;
6     cin >> a >> b >> c >> d;
7     double a0 = min({a, b, c, d});
8     double a1 = min(max(a, b) / 2.0, min(a, b));
9     double a2 = min(max(c, d) / 2.0, min(c, d));
10    double ans = max({a0, a1, a2});
11    if( (int)ans == ans ){
12        int ians = ans;
13        cout << ians << endl;
14        return 0;
15    }
16    cout.precision(1);
17    cout << fixed << ans << endl;
18 }
```

Задача 2.2.1.3. О золотой рыбке и... досках (20 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

После событий известной сказки А. С. Пушкина старик решил принципиально не пользоваться услугами золотой рыбки. Поэтому для того чтобы изготовить новое корыто, он честно заготовил n одинаковых досок.

Но гостивший в это время у старика со старухой внук решил, что ему нужно научиться пилить. И, не сказав ничего своему деду, внук быстро распилил каждую из досок на две части. В итоге у старика оказались $2n$ кусков досок. Самое интересное, что все эти куски оказались разными по длине, но имели целочисленные размеры. К сожалению, старику забыл, какова была исходная длина целых досок.

Формат входных данных

В первой строке задается целое число n — исходное количество целых досок, где $1 \leq n \leq 10^5$.

Во второй строке заданы $2n$ целых чисел d_i — длины всех кусков, которые получились после «тренировки» внука, где $1 \leq d_i \leq 10^9$. Гарантируется, что эти числа попарно различны, и их можно разбить на пары одинаковых по сумме чисел.

Все эти части досок пронумерованы от 1 до $2n$ в том порядке, в котором они заданы на входе.

Формат выходных данных

В первую строку вывести одно число — исходную длину целых досок.

В следующих n строках вывести пары номеров кусков досок, которые составляют по длине целые доски. Номера выводить через один пробел, внутри пары сначала должен идти меньший номер, затем больший. Пары должны быть выведены в порядке возрастания первых номеров в парах.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3
4 8 2 3 6 7
Стандартный вывод
10 1 5 2 3 4 6

Комментарий

Отсортируем куски и далее будем брать один из начала и второй к нему из конца.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int n;
6     cin >> n;
7     vector<pair<int, int> > v(2 * n);
8     for(int i = 0; i < 2 * n; i++){
9         int d;
10        cin >> d;
11        v[i] = {d, i + 1};
12    }
13    sort(v.begin(), v.end());
14    vector<pair<int, int> > ans(n);
15    for(int i = 0; i < n; i++){

```

```

16     ans[i] = {v[i].second, v[2 * n - i - 1].second};
17     if(ans[i].first > ans[i].second){
18         swap(ans[i].first, ans[i].second);
19     }
20 }
21 sort(ans.begin(), ans.end());
22 cout << v[0].first + v.back().first << endl;
23 for(int i = 0; i < n; i++){
24     cout << ans[i].first << ' ' << ans[i].second << endl;
25 }
26 }
```

Задача 2.2.1.4. Бонусы и экономия (25 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Технология производства некоторой металлической детали предполагает вытачивание ее из металлической заготовки. При этом образуются стружки, которые не стоит выкидывать. Ведь из a комплектов стружек (оставшихся после обработки a заготовок) можно бесплатно выплавить еще одну заготовку, которую снова можно использовать для выточки детали и создания еще одного комплекта стружек.

Заготовки можно купить на оптовом складе, при этом в целях привлечения клиентов, проводится акция «купи b заготовок, тогда еще одну получишь бесплатно».

Требуется изготовить c деталей. Нужно определить минимальное число заготовок, которые нужно купить за деньги, чтобы с учетом бонусных заготовок и экономии на стружках можно было изготовить требуемое число деталей.

Формат входных данных

В одной строке через пробел заданы три целых числа a , b , и c такие, что $2 \leqslant a \leqslant 10^{18}$, $1 \leqslant b$, $c \leqslant 10^{18}$.

Формат выходных данных

Вывести одно целое число — минимальное количество заготовок, которые нужно купить, чтобы с учетом всех бонусов и экономии выточить c конечных деталей.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 5 41
Стандартный вывод
26

Примечания

В примере из условия нужно закупить 26 заготовок. Тогда за каждые пять купленных заготовок будет предоставлена одна бесплатная, итого по акции добавится еще пять заготовок, то есть получится 31 заготовка. Далее из 31 заготовки выточится 31 деталь, останется 31 комплект стружек. Из каждого четырех комплектов выплавится дополнительная заготовка, получится семь заготовок и три комплекта стружек. Из семи заготовок выточится семь деталей и останется семь комплектов стружек, три комплекта стружек осталось с первого шага, итого 10 комплектов стружек. Из них выплавится еще две заготовки, дающие две детали и два комплекта стружек. Собрав эти два комплекта с двумя, оставшимися от 10, получим еще одну заготовку, из которой выточится еще одна деталь. Останется один комплект стружек, который уже никак не получится использовать. Итого будет произведена $31 + 7 + 2 + 1 = 41$ деталь.

Комментарий

Методом бинарного поиска можно подобрать минимальное необходимое количество исходных заготовок.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 int f1(int M, int a){
5     int res = 0, z = 0;
6     while(1){
7         if(M == 0 && z < a){
8             return res;
9         }
10        res += M;
11        M = M + z;
12        z = M % a;
13        M = M / a;
14    }
15 }
```

```

16 int f2(int M, int b){
17     return M + M / b;
18 }
19 signed main(){
20     int a, b, c;
21     cin >> a >> b >> c;
22     int L = 0, R = 1;
23     while(f1(R, a) <= c){
24         R *= 2;
25     }
26     while(R - L > 1){
27         int M = (R + L) / 2;
28         if(f1(M, a) < c){
29             L = M;
30         }
31         else{
32             R = M;
33         }
34     }
35     int z = R;
36     L = 0, R = 1;
37     while(f2(R, b) <= z){
38         R *= 2;
39     }
40     while(R - L > 1){
41         int M = (R + L) / 2;
42         if(f2(M, b) < z){
43             L = M;
44         }
45         else{
46             R = M;
47         }
48     }
49     cout << R << endl;
50 }
```

Задача 2.2.1.5. Сон таксиста (30 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Одному таксисту приснился красочный сон. Во сне он живет и работает в некотором городе, где абсолютно все улицы с односторонним движением. Эти улицы устроены так, что невозможно проехать с какого-либо перекрестка так, чтобы вернуться обратно на этот же перекресток, то есть в дорожной сети города нет циклов.

Таким образом, если с перекрестка A можно попасть по направлению движения улиц на перекресток B , то люди вызывают такси, иначе их везет специальный муниципальный подземный транспорт бесплатно.

В связи с такими странными правилами, таксистам в этом городе разрешено законом везти пассажира по любому маршруту, не нарушающему направления движения. Все в этом городе привыкли к такой ситуации и абсолютно спокойно относятся к тому, что таксисты везут их самым длинным путем. Разумеется, заработка таксиста за одну поездку прямо пропорционален ее длине. Для упрощения будем считать, что стоимость 1 км поездки составляет ровно 1 руб.

Схема дорог города задана. Перекрестки города пронумерованы числами от 1 до n . Таксист в своем сне находится на перекрестке номер S . Напишите программу, которая подскажет ему, сколько он максимально сможет заработать, когда ему придет заказ от клиента. Так как он не знает, куда попросит его везти клиент, нужно для каждого перекрестка от 1 до n указать максимальную стоимость поездки до этого перекрестка из пункта S на такси. Если по правилам на такси добраться из пункта S до какого-то перекрестка нельзя, вывести -1 .

Формат входных данных

Дорожная сеть задана следующим образом: в первой строке находятся два числа через пробел n и m — число перекрестков и число улиц в городе, где $2 \leq n, m \leq 2 \cdot 10^5$.

В следующих m строках задана очередная односторонняя улица в виде трех чисел A , B , d через пробел, где A — начало улицы, B — конец улицы и d — ее длина. $1 \leq A, B \leq n$, $1 \leq d \leq 10^9$. Гарантируется, что в этой дорожной сети нет циклов. Некоторые пары перекрестков могут быть соединены двумя и более односторонними улицами. Дорожная сеть может быть неплоской за счет мостов и тоннелей.

В последней строке ввода содержится номер стартового перекрестка S , $1 \leq S \leq n$.

Формат выходных данных

Вызвести n чисел в одну строку через пробел. i -е число обозначает длину самого длинного пути с перекрестка номер S до перекрестка номер i . Если до перекрестка номер i от S нельзя доехать, не нарушая правила движения, вывести -1 .

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
10 20 9 10 15 9 8 3 8 10 7 7 8 4 7 10 10 5 8 2 5 9 10

Стандартный ввод

```
5 6 5
7 6 5
4 6 8
3 6 4
3 4 6
5 3 2
2 5 2
2 3 3
3 1 5
1 4 2
2 1 7
4 7 4
6 8 1
5
```

Стандартный вывод

```
7 -1 2 9 0 18 13 19 10 26
```

Комментарий

Задача решается методом динамического программирования на ориентированном ациклическом графе.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```
1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 int n, m;
5 vector<vector<pair<int, int>>> G;
6 vector<int> order, used;
7 void dfs(int a){
8     used[a] = 1;
9     for(auto to : G[a]){
10         if(!used[to.first]){
11             dfs(to.first);
12         }
13     }
14     order.push_back(a);
15 }
16 signed main(){
17     cin >> n >> m;
18     G.resize(n + 1);
19     used.resize(n + 1, 0);
20     for(int i = 0; i < m; i++){
21         int a, b, d;
22         cin >> a >> b >> d;
23         G[a].push_back({b, d});
24     }
}
```

```

25     int s;
26     cin >> s;
27     dfs(s);
28     reverse(order.begin(), order.end());
29     vector<int> dp(n + 1, -1);
30     dp[s] = 0;
31     for(auto el : order){
32         for(auto to : G[el]){
33             dp[to.first] = max(dp[to.first], dp[el] + to.second);
34         }
35     }
36     for(int i = 1; i <= n; i++){
37         cout << dp[i] << ' ';
38     }
39 }
```

2.2.2. Вторая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи второй волны предметного тура по информатике открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63454/enter/>.

Задача 2.2.2.1. Игра на планшете (10 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Маленький Андрей изучает геометрические фигуры при помощи игры на планшете. У него есть прямоугольные треугольники четырех цветов и ориентаций: желтые, зеленые, красные и синие. Для каждой разновидности треугольников есть заданное количество экземпляров этих треугольников. Более точно: у Андрея есть a желтых, b зеленых, c красных и d синих треугольников. Помимо этого у него есть прямоугольная таблица $n \times m$.

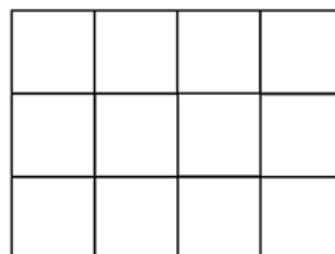
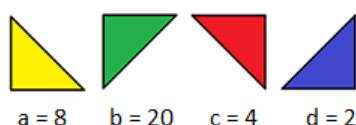


Рис. 2.2.1

Треугольники одного цвета имеют одну и ту же ориентацию, которую нельзя поменять. Андрей может только взять очередной треугольник и переместить его параллельным сдвигом в одну из ячеек этой прямоугольной таблицы. При этом в одну ячейку можно поместить либо вместе желтый и красный треугольники, либо вместе зеленый и синий, либо один любой треугольник из имеющихся.

Андрей хочет расположить в ячейках таблицы как можно больше треугольников из тех, что у него имеются. Нужно подсказать ему максимальное количество треугольников, которые получится разместить в таблице.

Формат входных данных

В первой строке содержатся четыре целых числа a , b , c и d через пробел — количество желтых, зеленых, красных и синих треугольников соответственно.

Во второй строке содержатся два целых числа n и m через пробел — размеры прямоугольной таблицы.

Все числа в пределах от 1 до 10^9 .

Формат выходных данных

Вывести одно число — максимальное количество треугольников, которые можно при заданных условиях разместить в таблице.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
8 20 4 2
3 4
Стандартный вывод
18

Примечания

На рис. 2.2.2 представлен один из примеров размещения 18 треугольников из 34 заданных на входе.

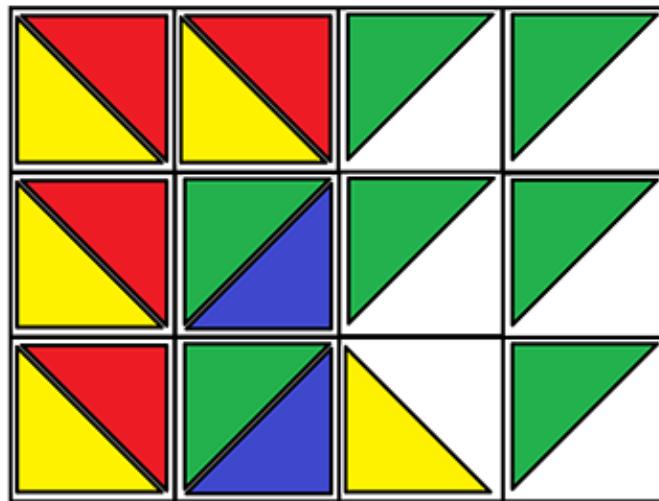


Рис. 2.2.2

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int a, b, c, d, n, m;
6     cin >> a >> b >> c >> d >> n >> m;
7     if(a > c){
8         swap(a, c);
9     }
10    if(b > d){
11        swap(b, d);
12    }
13    int f = a + b;
14    int k = n * m;
15    if(k <= f){
16        cout << k * 2;
17        return 0;
18    }
19    k -= f;
20    c -= a;
21    d -= b;
22    cout << f * 2 + min(k, c + d) << endl;
23 }
```

Задача 2.2.2.2. Старая задача на новый лад (15 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Одна старая задача имеет следующий вид:

«Разбить число 45 на сумму четырех слагаемых так, что если к первому прибавить 2, из второго вычесть 2, третье умножить на 2, а четвертое разделить на 2, то получится одно и то же число».

Ответ к этой задаче — четыре числа 8, 12, 5 и 20. Можно убедиться, что в сумме они дают число 45, а если с каждым из них проделать соответствующую арифметическую операцию, то получится одно и то же число 10.

Необходимо решить чуть более общую задачу: даны числа n и k . Нужно представить число n в виде суммы четырех целых неотрицательных слагаемых $a + b + c + d$ таких, что $a + k = b - k = c \cdot k = d / k$. Гарантируется, что для заданных n и k такое разбиение существует.

Формат входных данных

В одной строке через пробел два числа n и k , где $1 \leq n \cdot k \leq 10^{18}$.

Формат выходных данных

Вывести через пробел в одну строку четыре целых неотрицательных числа a, b, c, d таких, что $a + b + c + d = n$ и $a + k = b - k = c \cdot k = d / k$.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
45 2
Стандартный вывод
8 12 5 20

Пример №2

Стандартный ввод
128 7
Стандартный вывод
7 21 2 98

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int n, k;
6     cin >> n >> k;
7     int x = (k * n) / (k * k + 2 * k + 1);
8     cout << x - k << ' ' << x + k << ' ' << x / k << ' ' << x * k << endl;
9 }
```

Задача 2.2.2.3. Ладья и обязательная клетка (20 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Шахматная ладья находится в левом верхнем углу прямоугольного поля, разбитого на клетки размером $n \times m$. n обозначает число строк, m — число столбцов. Она хочет попасть в правую нижнюю клетку этого поля кратчайшим путем. Ладья может передвигаться либо вправо, либо вниз на любое количество клеток. Ладья обязана посетить заданную клетку с координатами (x, y) , где x — номер строки этой клетки, а y — номер ее столбца.

Требуется найти количество способов построить путь ладьи из левого верхнего угла в правый нижний, которые проходят через обязательную клетку с заданными координатами.

Формат входных данных

В первой строке находятся два числа через пробел: n — число строк и m — число столбцов прямоугольного поля, $2 \leq n, m \leq 25$. Во второй строке через пробел находятся координаты (x, y) обязательной для посещения клетки, где $1 \leq x \leq n$, $1 \leq y \leq m$. Координаты x и y не совпадают с координатами левой верхней и правой нижней клеток.

Формат выходных данных

Вывести одно число — количество кратчайших путей ладьи из верхней левой в правую нижнюю клетку, проходящих через заданную клетку.

Примеры

Стандартный ввод
3 4
2 3
Стандартный вывод
6

Примечания

На рис. 2.2.3 представлены шесть путей, которыми ладья может пройти по полю размером 3×4 , обязательно посещая по пути клетку (2, 3).

Комментарий

Задачу можно решить как комбинаторными методами (произведение биномиальных коэффициентов), так и динамическим программированием.

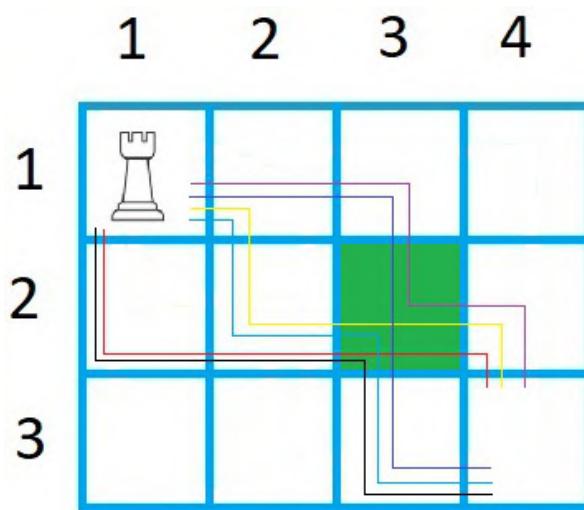


Рис. 2.2.3

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     vector<vector<int>> bc(51, vector<int>(51, 0));
6     bc[0][0] = 1;
7     for(int i = 1; i <= 50; i++){
8         for(int j = 0; j < 51; j++){

```

```

9         bc[i][j] += bc[i - 1][j];
10        if(j - 1 >= 0){
11            bc[i][j] += bc[i - 1][j - 1];
12        }
13    }
14
15    int n, m, x, y;
16    cin >> n >> m >> x >> y;
17    int d1 = bc[x - 1 + y - 1][x - 1];
18    int d2 = bc[n - x + m - y][n - x];
19    int ans = d1 * d2;
20    cout << ans << endl;
21}

```

Задача 2.2.2.4. Танец с цифрами (25 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Десять танцоров репетируют на сцене новый танец. Каждый танцор одет в футбольку, на которой написана одна из цифр от 1 до 9, цифры могут повторяться. Изначально они стоят в некотором порядке слева направо, и их цифры образуют некоторое десятизначное число A . Далее во время всего танца участники либо разбиваются на пять пар рядом стоящих танцоров и одновременно меняются местами внутри своих пар, либо самый левый танцор перемещается на самую правую позицию и становится самым правым танцором.

Сын постановщика танца от скуки на бумаге выписывает все получающиеся при каждом перемещении десятизначные числа. Так как танец длинный, то в итоге на бумаге окажутся все возможные числа, которые в принципе могут появится при этих условиях. Нужно найти разницу между самым большим и самым маленьким из этих чисел.

Формат входных данных

На вход подается одно десятизначное число A , обозначающее начальное расположение танцоров. В числе могут встречаться цифры от 1 до 9, некоторые из них могут повторяться.

Формат выходных данных

Вывести одно число, равное разности самого большого и самого маленького из чисел, которые могут быть получены во время танца.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
1456531355
Стандартный вывод
5182160085

Примечания

Самое маленькое число, которое можно получить в примере, равно 1353155456, самое большое равно 6535315541.

Покажем, как получить эти числа из исходного числа 1456531355. Сначала получим самое большое следующим образом: две левые цифры, 1 и 4, переместим вправо, получим 5653135514, потом поменяем в парах цифры местами и получим самое большое — 6535315541. Далее опять поменяем порядок в парах и в числе 5653135514 переместим три левых цифры 5, 6 и 5 вправо, получим 3135514565 и здесь снова поменяем порядок в парах, получим самое маленькое — 1353155456. Таким образом, искомая разница равна 5182160085.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     string s;
6     cin >> s;
7     string mx = s, mn = s;
8
9     for(int i = 0; i < 5; i++){
10         for(int j = 0; j < 10; j++){
11             mx = max(mx, s);
12             mn = min(s, mn);
13             if(j < 9){
14                 s = s.substr(1) + s[0];
15             }
16         }
17         for(int j = 0; j < 5; j++){
18             swap(s[2 * j], s[2 * j + 1]);
19         }
20     }
21     stringstream ssmn;
22     ssmn << mn;
23     int imn;
24     ssmn >> imn;
25     stringstream ssmx;
```

```

26     ssmx << mx;
27     int imx;
28     ssmx >> imx;
29     cout << imx - imn << endl;
30 }
```

Задача 2.2.2.5. Трудная сортировка (30 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 3 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Иннокентий работает в отделе сортировки перестановок, подотделе сортировки вставками. Его задача заключается в сортировке перестановок, предоставленных заказчиками. Перестановкой длины n называется такая последовательность чисел, в которой встречаются все числа от 1 до n без повторений в некотором порядке.

Перестановка считается отсортированной, если в ней все числа расположены по возрастанию, то есть она имеет вид $1, \dots, n$.

Иннокентий начинает рабочий день с пустой последовательности чисел. За день он сортирует вставками перестановку длины n . В начале каждой операции вставки он получает очередное число a_i из перестановки заказчика, после чего обрабатывает его, вставляя в отсортированную последовательность из ранее полученных чисел. После каждого такого добавления последовательность уже обработанных чисел должна быть отсортирована по возрастанию.

Перед тем как вставить число a_i в последовательность, он может выбрать, с какого края последовательности начать вставку. Далее он устанавливает число a_i с этого края и последовательно меняет вставляемое число с рядом стоящим числом b_j до тех пор, пока число a_i не встанет на свое место. На каждую перестановку вставляемого числа a_i с числом b_j Иннокентий тратит b_j единиц энергии.

Дана перестановка длины n из чисел a_i в том порядке, в котором Иннокентий их будет обрабатывать. Подскажите ему, какое минимальное количество энергии ему потребуется потратить, чтобы отсортировать всю перестановку.

Формат входных данных

В первой строке находится одно целое число n — длина перестановки, где $1 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$.

Во второй строке содержится n целых чисел a_i через пробел в том порядке, в котором они поступают на обработку Иннокентию. Гарантируется, что эти числа образуют перестановку длины n , то есть каждое число от 1 до n содержится в заданном наборе ровно один раз.

Формат выходных данных

Вывести одно число — минимальные суммарные энергозатраты Иннокентия для сортировки вставками заданной на входе перестановки.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
9 2 9 1 5 6 4 3 8 7
Стандартный вывод
43

Примечания

Первым устанавливается число 2. Оно ни с чем не меняется местами, поэтому затрат нет.

Далее устанавливается число 9. Выбираем правый край и ставим его туда без потерь энергии.

Затем устанавливаем число 1. Выбираем левый край, ставим его туда и снова потерь нет.

Теперь нужно вставить число 5. Если его вставлять с правого края, придется менять местами с 9, а если с левого, то с 1 и 2, что суммарно явно лучше. Итого затраты на вставку 5 равны 3.

Число 6 снова лучше вставить слева, затраты на его вставку равны 8.

Число 4 вставим слева за 3.

Число 3 так же слева за 3.

А вот число 8 лучше вставить справа за 9.

И осталось число 7. Если вставлять слева, то затратим 21, а если справа, то всего 17.

Итого на сортировку заданной перестановки потратили: $0 + 0 + 0 + 3 + 8 + 3 + 3 + 9 + 17 = 43$.

Комментарий

Построим дерево отрезков на сумму, при обработке числа a будем находить, какая сумма на данный момент меньше: от 1 до $a - 1$ или от $a + 1$ до n . Прибавим ее к ответу и поместим в позицию a это число a .

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 const int LG = 19;
5 int N = (1 << LG);
6 vector<int> tr(2 * N, 0);
7 void upd(int pos, int x){
8     pos += N;
9     tr[pos] = x;
10    pos /= 2;
11    while(pos){
12        tr[pos] = {tr[2 * pos]+ tr[2 * pos + 1]};
13        pos /= 2;
14    }
15 }
16 int get(int l, int r){
17     l += N;
18     r += N;
19     int res = 0;
20     while(l <= r){
21         if(l % 2 == 1){
22             res += tr[l];
23         }
24         if(r % 2 == 0){
25             res += tr[r];
26         }
27         l = (l + 1) / 2;
28         r = (r - 1) / 2;
29     }
30     return res;
31 }
32 signed main(){
33     int n, a;
34     cin >> n;
35     int ans = 0;
36     for(int i = 0; i < n; i++){
37         cin >> a;
38         int sl = get(0, a - 1);
39         int sr = get(a + 1, N - 1);
40         ans += min(sl, sr);
41         upd(a, a);
42     }
43     cout << ans << endl;
44 }
```

2.2.3. Третья волна. Задачи 8–11 класса

Задачи третьей волны предметного тура по информатике открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63456/enter/>.

Задача 2.2.3.1. Туннель (10 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Рассмотрим классическую задачу прохождения группы с одним фонариком по туннелю. Есть четыре человека, и у них есть один фонарик. Нужно перевести всю группу на другой конец туннеля. По туннелю можно проходить только с фонариком и только либо вдвоем, либо в одиночку. По этой причине придется сделать пять рейсов по туннелю: три рейса туда и два рейса обратно. Туда идут двое, обратно — один, возвращая фонарик еще не прошедшей части группы. У каждого из четырех человек своя скорость передвижения по туннелю, но некоторые скорости могут совпадать. Двое идут со скоростью самого медленного в этой паре. Нужно найти минимальное время, за которое можно перевести группу по туннелю.

Здесь, в зависимости от скоростей персонажей, есть две стратегии. Проиллюстрируем их на примерах.

Пусть есть люди A, B, C, D . У A — время прохождения туннеля 1 мин, у B — 4 мин, у C — 5 мин, у D — 10 мин. Здесь работает наиболее очевидная стратегия: самый быстрый переводит текущего и возвращается с фонариком обратно за следующим. При этой стратегии нужно проходить так:

- A, B туда, затрачено 4 мин;
- A обратно, затрачена 1 мин;
- A, C туда, затрачено 5 мин;
- A обратно, затрачена 1 мин;
- A, D туда, затрачено 10 мин.

Общее время $4 + 1 + 5 + 1 + 10 = 21$ мин.

Но не всегда эта стратегия оптимальна. Уменьшим время прохождения туннеля персонажем B до 2 мин. По вышеопределенной стратегии будет 19 мин ($2 + 1 + 5 + 1 + 10 = 19$), но имеется более быстрое решение:

- A, B туда, затрачено 2 мин;
- A обратно, затрачена 1 мин;
- C, D туда, затрачено 10 мин;
- B обратно, затрачено 2 мин;
- A, B туда, затрачено 2 мин.

Общее время $2 + 1 + 10 + 2 + 2 = 17$ мин.

Заметим, что для предыдущего примера такая стратегия не работает: $4 + 1 + 10 + 4 + 4 = 23$ мин.

Если же персонаж B проходит туннель за 3 мин (а все остальные так же, как и в примерах), то независимо от стратегии будет затрачено 20 мин. В этом случае считаем, что работает первая стратегия.

Поразмыслив, станет понятно, от какого условия зависит выбор стратегии. Далее будем всегда считать, что A движется не медленнее B , B движется не медленнее C , C движется не медленнее D .

Дано время прохождения туннеля персонажами A, C, D . Нужно найти границу `border` для B такую, что если определить для B время прохождения строго меньшее, чем `border`, то выгодна вторая стратегия, иначе — первая.

Формат входных данных

В одной строке задано три целых чисел через пробел — время прохождения туннеля персонажами A, C, D . Времена даны по неубыванию. Все числа на входе в пределах от 1 до 100.

Формат выходных данных

Вывести одно число — границу `border` для B такую, что если определить время прохождения им туннеля строго меньше, чем `border`, нужно использовать вторую стратегию, иначе — первую. Ответ может быть нецелым, поэтому вывести его нужно с одним знаком после десятичной точки.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
1 5 10
Стандартный вывод
3

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++
<pre> 1 #include<bits/stdc++.h> 2 #define int long long 3 using namespace std; 4 signed main(){ 5 int A, C, D; 6 cin >> A >> C >> D; 7 cout.precision(1); 8 cout << fixed << (A + C) / 2.0 << endl; 9 }</pre>

Задача 2.2.3.2. Математический пазл (15 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

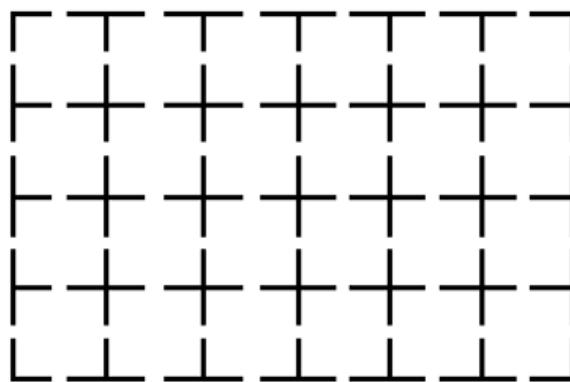


Рис. 2.2.4

Компания по производству пазлов решила освоить принципиально новый тип головоломок. Для этого берется прямоугольная решетка размера $n \times m$, каждый ее столбец и строка разрезаются посередине пополам. После этого образуются фигуры трех типов: четыре уголка, $2 \cdot (n+m-2)$ т-образных фигур и $(n-1) \cdot (m-1)$ крестиков.

Тому, кто решает головоломку, требуется сложить из этих фигур исходную прямоугольную решетку. При этом необходимо использовать абсолютно все имеющиеся в наличии фигуры.

Формат входных данных

В первой строке заданы через пробел два числа a — количество т-образных фигур и b — количество крестиков, которые находятся в одном из пазлов. При этом в наборе всегда есть еще четыре уголка. Известно, что этот комплект позволяет собрать прямоугольную решетку размера $n \times m$, где $1 \leq n, m \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Требуется по числам a и b найти размеры исходной решетки n и m . Будем всегда считать, что $n \leq m$, то есть нужно вывести в одну строку через пробел два числа, первое из которых не превосходит второго, и вместе они задают размеры загаданной решетки.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
16 15
Стандартный вывод
4 6

Пример №2

Стандартный ввод
0 0
Стандартный вывод
1 1

Комментарий

Задачу можно решить либо бинарным поиском, либо при помощи квадратного уравнения.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++ при помощи бинпоиска.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int a, b;
6     cin >> a >> b;
7     int L = 0, R = a / 4 + 1;
8     while(R - L > 1){
9         int M = (R + L) / 2;
10        int D = a / 2 - M;
11        if(M * D <= b){
12            L = M;
13        }
14        else{
15            R = M;
16        }
17    }
18    cout << L + 1 << ' ' << a / 2 - L + 1 << endl;
19 }
```

Задача 2.2.3.3. Восемь пирогов и одна свечка (20 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Мечта Карлсона наконец-то сбылась! Мама Малыша испекла восемь пирогов прямоугольной формы и в один из них воткнула свечку. После того как Карлсон съел семь пирогов, он решил-таки поделиться кусочком оставшегося восьмого пирога с Малышом. Но, будучи в хорошем настроении, он вынул из пирога свечу и предложил ему решить задачку.

«Так как я самый щедрый Карлсон в мире, то делить оставшийся пирог будешь ты. Но учи, ты должен разрезать пирог одним прямым разрезом так, чтобы линия прошла через один из углов и точку, где стояла свечка. После этого я выберу себе один из двух кусочков, а оставшийся, так и быть, достанется тебе».

Малыш не против этого замысла, однако считает, что разрезать пирог нужно как можно более справедливо, то есть так, чтобы разница между меньшим и большим кусками была как можно меньше. Подскажите Малышу, какой минимальной разницы между площадями кусков он сможет добиться.

Формат входных данных

В первой строке находятся два числа n и m через пробел — размеры прямоугольного пирога. Пирог размещен на координатной плоскости так, что его левый нижний угол находится в точке $(0, 0)$, а правый верхний — в точке (n, m) , где $2 \leq n, m \leq 1000$.

Во второй строке находятся два числа x и y через пробел — координаты свечки, где $1 \leq x \leq n - 1$, $1 \leq y \leq m - 1$, то есть свечка находится строго внутри пирога.

Формат выходных данных

Вывести одно вещественное число с точностью не менее трех знаков после десятичной точки — минимальную разницу между площадями двух получающихся после разрезания кусков, которую сможет получить Малыш.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
8 5
7 2
Стандартный вывод
12.571

Пример №2

Стандартный ввод
2 2
1 1
Стандартный вывод
0.000

Примечания

На рис. 2.2.5 представлены четыре варианта разделения пирога для первого примера из условия. Можно видеть, что самый близкий к справедливому способ разделения связан с разрезом из левого верхнего угла. Площадь треугольника в этом случае будет равна $96 / 7$, площадь четырехугольника равна $184 / 7$, и разница равна $88 / 7$, что при округлении до трех знаков равно 12,571.

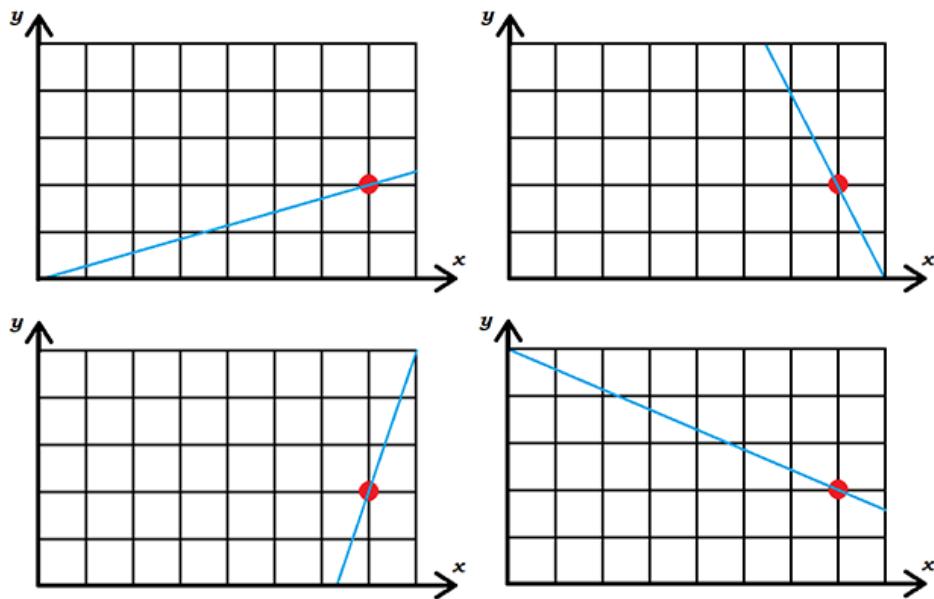


Рис. 2.2.5

Комментарий

Геометрия: для каждого из четырех случаев аккуратно находим катеты прямоугольного треугольника при помощи пропорции, затем находим площадь этого треугольника и, вычитая из всего прямоугольника эту площадь, находим площадь второго куска. Далее выбираем наиболее оптимальное отношение площадей.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 const int INF = 1e18;
5 double katy(double x, double y, double n){
6     return n * y / x;
7 }
8 double n, m, x, y;
9 double ans = INF;
10 double k1, k2;
11 void upd(){
12     if(k1 < m){
13         double st = k1 * n / 2;
14         ans = min(ans, n * m - 2 * st);
15     }
16     else{
17         double st = k2 * m / 2;
18         ans = min(ans, n * m - 2 * st);
19     }
20 }
21 signed main(){
22     cin >> n >> m >> x >> y;
23     k1 = katy(x, y, n);
24     k2 = katy(y, x, m);
25     upd();
26     k1 = katy(n - x, y, n);
27     k2 = katy(y, n - x, m);
28     upd();
29     k1 = katy(x, m - y, n);
30     k2 = katy(m - y, x, m);
31     upd();
32     k1 = katy(n - x, m - y, n);
33     k2 = katy(m - y, n - x, m);
34     upd();
35     cout.precision(3);
36     cout << fixed << ans << endl;
}

```

Задача 2.2.3.4. Плетенка (25 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

У Маши есть n полосок бумаги. i -я полоска имеет ширину 1 и длину a_i . Маша разделит эти полоски на две части и покрасит некоторые в желтый, а оставшиеся — в зеленый цвет. Она сама выберет, какие полоски как покрасить. Далее она хочет из этих полосок сплести максимально большую плетенку. Она расположит полоски одного цвета в некотором порядке горизонтально, а полоски другого цвета в некотором порядке вертикально. После этого она переплетет горизонтальные и вертикальные полоски так, что они будут чередоваться то сверху, то снизу, образуя в местах пересечения шахматную раскраску. Наконец, она обрежет выступающие края полосок так, что останется прямоугольная плетенка с ровными краями. Каждая клетка полученной плетенки должна иметь два слоя.

Маша хочет сплести максимально большую по площади прямоугольную плетенку. Подскажите ей, плетенку какой площади она сможет сделать. Заметим, что она может при создании плетенки использовать не все имеющиеся у нее полоски.

Формат входных данных

В первой строке на вход подается число n — количество полосок бумаги у Маши, где $2 \leq n \leq 2 \cdot 10^5$. Во второй строке через пробел заданы n целых чисел a_i через пробел — длины полосок, где $1 \leq a_i \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — площадь прямоугольника, форму которого может иметь самая большая плетенка Маши.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
8
3 6 5 4 4 5 5 2
Стандартный вывод
12

Примечания

На рис. 2.2.6 представлен один из вариантов получения самой большой плетенки для полосок из примера. Синим обозначена граница полученной максимальной плетенки. Ее размер 3×4 , и ее площадь 12. При ее создании Маша не должна использовать полоску номер 8, по этой причине неважно, как она раскрашена.

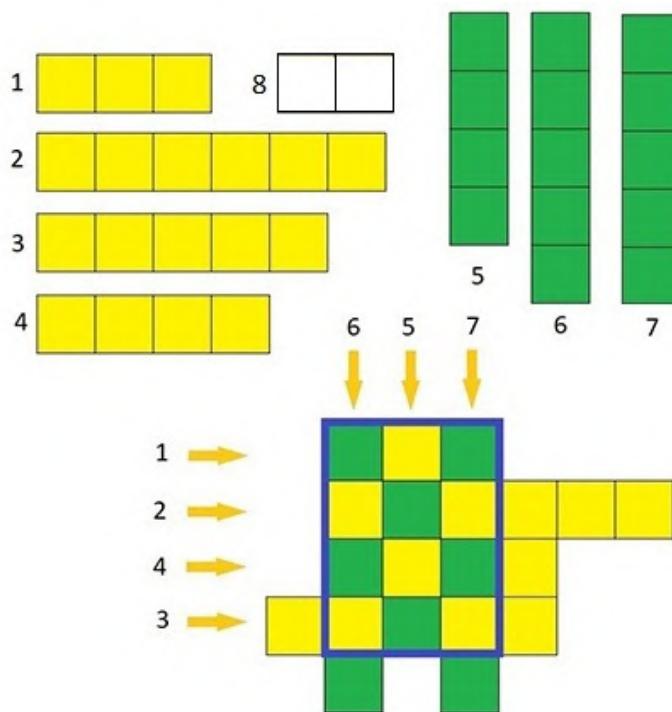


Рис. 2.2.6

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int n;
6     cin >> n;
7     deque<int> v(n);
8     for(int i = 0; i < n; i++){
9         cin >> v[i];
10    }
11    sort(v.begin(), v.end());
12    int ans = 0;
13    int cnth = 0, minh;
14    while(1){
15        if(v.size() == 0){
16            break;
17        }
18        cnth++;
19        minh = v.back();
20        v.pop_back();
21        while(v.size() > 0 && v[0] < cnth){
22            v.pop_front();
23        }
24        ans = max(ans, cnth * min(minh, (int)v.size()));
25    }
26    cout << ans << endl;
27 }
```

Задача 2.2.3.5. Английский в игровой форме (30 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 3 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Маша и Витя запоминают слова английского языка в оригинальной игровой форме. За день им нужно выучить n слов, где $20 \leq n \leq 100$, каждое из которых имеет длину от 5 до 8 символов. Маша выбирает из этого набора наугад несколько попарно различных слов (также от 5 до 8) и собирает их в одну строку без пробелов. Далее она переставляет буквы в этой строке так, что слова оказываются полностью перепутанными, и дает эту строку Вите. Теперь Витя должен восстановить все слова, которые выбрала Маша.

Но у Вити плохо получается, а Маша уже забыла, какие слова она выбрала. Нужно им помочь — написать программу, которая восстановит слова, выбранные Машей.

Формат входных данных

В первой строке находится строка, которую Маша предложила Вите. Во второй строке содержится число n — количество слов, которые нужно выучить детям, $20 \leq n \leq 100$.

В следующих n строках содержатся эти слова по одному в строке. Все слова в этом наборе различны. Слова отсортированы в лексикографическом (алфавитном) порядке. Все слова состоят из маленьких букв от *a* до *z*. Обратите внимание, что в тестах к этой задаче все заданные слова реально существуют в английском языке и случайным образом выбраны из словаря.

Гарантируется, что длина каждого слова из предложенного набора (словаря) в пределах от 5 до 8, строка, которую получила Маша, может быть получена путем перестановки букв некоторых различных слов из предложенного словаря, причем, набор выбранных Машей слов определяется по ней однозначно. Количество слов, из которых составлена Машина строка, находится в пределах от 5 до 8.

Формат выходных данных

Вывести все слова, выбранные Машей, в алфавитном порядке по одному в строке.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод

```
stirbaexsudueoeidgomttcrnrwlunapntetacwri
24
bridge
cranky
document
drawing
farmer
fighter
figurine
gravy
havoc
minimum
reactant
reply
republic
sonata
soprano
split
subset
tailor
texture
tomorrow
trout
vicinity
wrist
writer
```

Стандартный вывод

```
document
drawing
republic
sonata
texture
wrist
```

Комментарий

В случае, выделенном в условии (слова являются случайными, взятыми из английского словаря), задача решается рекурсией с перебором вариантов.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 string frs;
5 int n;
6 vector<string> dict;
7 vector<int> msk(26, 0);
8 int cnt = 0;
9 vector<vector<int>> amsk;
10 vector<string> ans;
11 bool bigok = 0;
12 void p(int pos){
13     if(!bigok){
14         if(cnt == 0){
15             sort(ans.begin(), ans.end());
16             bigok = 1;
17             return;
18         }
19         for(int i = pos; i < n; i++){
20             string ts = dict[i];
21             bool ok = 1;
22             for(int j = 0; j < 26; j++){
23                 if(amsk[i][j] > msk[j]){
24                     ok = 0;
25                 }
26             }
27             if(ok){
28                 ans.push_back(ts);
29                 for(int j = 0; j < 26; j++){
30                     msk[j] -= amsk[i][j];
31                     cnt -= amsk[i][j];
32                 }
33                 p(i + 1);
34                 if(!bigok){
35                     for(int j = 0; j < 26; j++){
36                         msk[j] += amsk[i][j];
37                         cnt += amsk[i][j];
38                     }
39                     ans.pop_back();
40                 }
41             }
42         }
43     }
44 }
45 signed main(){
46     cin >> frs;
47     cin >> n;
48     amsk.resize(n, vector<int>(26, 0));
49
50     string ts;
51     for(int i = 0; i < n; i++){
52         cin >> ts;
53         dict.push_back(ts);
54     }
55     for(int i = 0; i < n; i++){
56         for(auto el : dict[i]){
57             amsk[i][el - 'a']++;
58         }
59     }
}

```

```

60     for(auto el : frs){
61         msk[el - 'a']++;
62         cnt++;
63     }
64     p(0);
65     for(auto el : ans){
66         cout << el << endl;
67     }
68 }
```

2.2.4. Четвертая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи четвертой волны предметного тура по информатике открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63457/enter/>.

Задача 2.2.4.1. Квадратный флаг (10 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Одному портному заказали сделать одноцветный флаг. Особенность этого флага в том, что он должен быть квадратным. У портного есть два прямоугольных куска ткани заданного цвета. Один из них имеет размеры $a \times b$, другой — $c \times d$. Так как клиент будет платить пропорционально площади изготовленного флага, портной хочет сначала сшить имеющиеся у него прямоугольные куски, соединив их двумя какими-то сторонами, а затем из полученного полотна вырезать и сделать флаг с максимально большой стороной. Определить сторону получившегося у него флага.

Формат входных данных

На вход подаются две строки. В первой строке находятся размеры первого прямоугольника — целые числа a, b через пробел, во второй — размеры второго прямоугольника, также целые числа c, d через пробел, где $1 \leq a, b, c, d \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — сторону самого большого квадрата, который можно получить по условию задачи.

Примеры

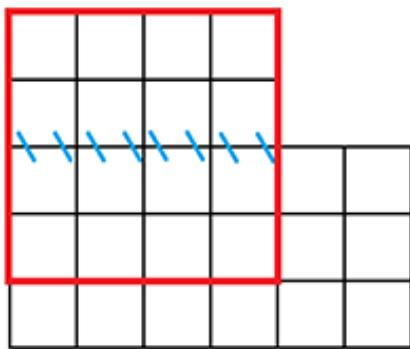
Пример №1

Стандартный ввод
2 4
3 6
Стандартный вывод
4

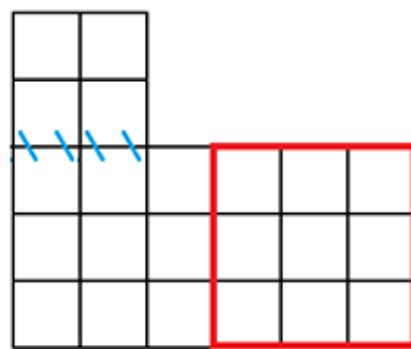
Пример №2

Стандартный ввод
2 2
3 6
Стандартный вывод
3

Примечания



$$2 \times 4 + 3 \times 6$$



$$2 \times 2 + 3 \times 6$$

Рис. 2.2.7

На рис. 2.2.7 представлены иллюстрации для тестов из условия. Синими штрихами обозначено место сшивки двух кусков. Красный квадрат выделяет один из вариантов вырезания максимального квадрата.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int a, b, c, d;
6     cin >> a >> b >> c >> d;
7     int ans = max(min(a, b), min(c, d));
8     int p1 = min(a + c, min(b, d));
9     int p2 = min(a + d, min(b, c));
10    int p3 = min(b + c, min(a, d));
11    int p4 = min(b + d, min(a, c));
12    ans = max({ans, p1, p2, p3, p4});
13    cout << ans << endl;
14 }
```

Задача 2.2.4.2. Потерянная ДНК (15 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

В данной задаче будем упрощенно считать, что ДНК представляется строкой длины от 10 до 100, состоящей из букв А, С, Г, Т.

Пусть даны две ДНК D_1 и D_2 одной и той же длины n . Выберем некоторое произвольное число i от 1 до $n - 1$ и поменяем местами префиксы (начала) этих ДНК длины i . Будем говорить, что полученные новые две строки образованы путем скрещивания двух исходных по префикску длины i .

Например, пусть $D_1 = \texttt{AACGGTAGGT}$, а $D_2 = \texttt{TCCCGGAACA}$. Выберем $i = 4$ и поменяем местами префиксы длины 4. Получим две новые ДНК, одна из которых будет иметь вид $\texttt{AACGGAACA}$, а вторая — $\texttt{TCCCGTAGGT}$. Для наглядности были выделены части первой из них.

Полученные новые ДНК снова могут быть скрещены по любому префикску длины от 1 до $n - 1$.

Теперь можно рассмотреть популяцию из нескольких ДНК. Выберем из них две, произведем их скрещивание по префикску какой-либо длины и поместим две новые ДНК в исходную популяцию. В данной задаче будем считать, что количество ДНК не увеличивается, то есть старые две ДНК заменяются на новые две ДНК.

Дана исходная популяция из t ДНК, каждая имеет одну и ту же длину n . После некоторого количества попарных скрещиваний была получена новая популяция. Но при итоговой обработке данных сведения об одной ДНК из новой популяции были потеряны. Задача состоит в отыскании этой потерянной ДНК по оставшимся $t - 1$ ДНК из новой популяции.

Формат входных данных

В первой строке через пробел даны два числа n — длина ДНК и m — количество ДНК в исходной популяции, где $10 \leq n \leq 100$, $2 \leq m \leq 100$.

В следующих m строках содержится описание исходной популяции ДНК, каждая задается строкой длины n , состоящей из символов А, С, Г и Т.

Далее следует разделяющая строка, содержащая n символов «—».

Далее следует еще $m - 1$ строк, описывающих новую (заключительную) популяцию без одной ДНК.

Гарантируется, что данные верны, то есть $m - 1$ последняя ДНК является некоторой новой популяцией ровно без одной ДНК, полученной из исходной популяции, заданной в m первых строках.

Формат выходных данных

Вывести недостающую утерянную ДНК.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод

```
10 2
AACGGTAGGT
TCCCGGAACA
-----
TCCCGTAGGT
```

Стандартный вывод

```
AACGGGAACA
```

Пример №2

Стандартный ввод

```
10 4
AACCGGTTAA
ACGTACGTAC
AAACCCGGGT
CATTACTGGA
-----
AAGCGCTTAA
CCACACGTGC
AACTAGGGGT
```

Стандартный вывод

```
AATTCTTGAA
```

Комментарий

Для каждой позиции нужно найти недостающую букву из первого набора ДНК. Для этого удобнее всего использовать функцию `xor`.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 signed main(){
5     int n, m;
6     cin >> n >> m;
7     vector<string> v1(m);
8     for(int i = 0; i < m; i++){
9         cin >> v1[i];
10    }
11    string d;
12    cin >> d;
13    vector<string> v2(m - 1);
14    for(int i = 0; i < m - 1; i++){
15        cin >> v2[i];
16    }
17    for(int j = 0; j < n; j++){
18        int ss = 0;
19        for(int i = 0; i < m; i++){
20            ss ^= (int)(v1[i][j]);
21        }
22        for(int i = 0; i < m - 1; i++){
23            ss ^= (int)(v2[i][j]);
24        }
25        cout << (char)(ss);
26    }
27    cout << endl;
28 }
```

Задача 2.2.4.3. Утомленные туристы (20 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Рассмотрим следующий вариант известной задачи на перемещение по туннелю группы из четырех человек. В общем виде она выглядит так: четыре туриста хотят пройти по темному туннелю. Имеется один фонарик. По туннелю можно перемещаться либо вдвоем, либо по одному, при этом у тех, кто движется в туннеле,

должен быть фонарик в руках. По этой причине движение должно быть следующим: двое переходят туда, один возвращается обратно и приносит фонарик тем, кто еще не перешел. После этого указанный маневр повторяется снова.

У каждого участника своя скорость движения в туннеле. Пусть участники проходят туннель за A, B, C и D мин. Если идут двое, то они движутся со скоростью того, кто идет медленнее. Требуется по заданным временем прохождения туннеля каждого из участников перевести их максимально быстро через туннель.

Немного усложним данную задачу. Введем фактор усталости. А именно, любой участник, пройдя по туннелю, устает и в следующий раз идет уже медленнее. После каждого прохождения туннеля время прохождения любого участника увеличивается на E мин. Например, если участник до начала движения проходит туннель за 1 мин, а показатель усталости E равен 3 мин, то первый раз участник пройдет туннель за 1 мин, второй раз — за 4 мин, третий раз — за 7 мин и т. д.

По заданным A, B, C, D и E узнать, за какое минимальное время можно провести всю группу через туннель согласно указанным правилам.

Формат входных данных

На вход подаются пять чисел. В первой строке через пробел четыре числа A, B, C и D — время прохождения туннеля каждым из четырех участников до того, как они начали движение. Во второй строке содержится число E — величина, на которую увеличивается время прохождения туннеля каждым участником после каждого перемещения. При этом $1 \leq A, B, C, D \leq 1000$, $0 \leq E \leq 1000$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — минимальное время прохождения туннеля всей группой.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
8 9 10 1
3
Стандартный вывод
44

Пример №2

Стандартный ввод
8 9 10 1
0
Стандартный вывод
29

Примечания

В первом примере при прохождении туннеля каждый турист устает и движется медленнее на 3 мин. Покажем, как перевести группу при этом за 44 мин.

Каждую ситуацию будем обозначать следующим образом: слева от двоеточия находятся туристы, которые стоят в начале туннеля, а справа — те, что стоят в конце туннеля. Туриста будем обозначать при помощи числа, соответствующего его текущему времени прохождения туннеля.

Тогда исходная ситуация имеет вид 1, 8, 9, 10 :.

Сначала идут туристы 1 и 8, каждый после перехода устает на 3 мин, получим ситуацию 9, 10 : 4, 11, затрачено 8 мин.

Обратно возвращается турист 4, он устает еще на 3 мин. Ситуация становится 7, 9, 10 : 11, затрачено $8 + 4 = 12$ мин.

Теперь идут туристы 7 и 9, получится ситуация 10 : 10, 11, 12, затрачено $8 + 4 + 9 = 21$ мин.

Возвращается турист 10, получится 10, 13 : 11, 12, затрачено $8 + 4 + 9 + 10 = 31$ мин.

Наконец, оставшиеся двое туристов 10 и 13 за 13 мин переходят туннель, итого затрачено $8 + 4 + 9 + 10 + 13 = 44$ мин.

Комментарий

Задача решается рекурсивным перебором всех вариантов прохождения.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 const int INF = 1e18;
5 vector<int> v(4);
6 int e, ans = INF;
7 void p(vector<int> &vl, vector<int> &vr, int tv){
8     if(vl.size() == 2){
9         ans = min(ans, tv + *max_element(vl.begin(), vl.end()));
10        return;
11    }
12    for(int i = 0; i < vl.size() - 1; i++){
13        for(int j = i + 1; j < vl.size(); j++){
14            vector<int> vl1;
15            for(int k = 0; k < vl.size(); k++){
16                if(k != i && k != j){
17                    vl1.push_back(vl[k]);
18                }
19            }
20            vector<int> vr1 = vr;

```

```

21         vr1.push_back(vl[i] + e);
22         vr1.push_back(vl[j] + e);
23         int tmp = max(vl[i], vl[j]);
24         sort(vr1.rbegin(), vr1.rend());
25         vl1.push_back(vr1.back() + e);
26         vr1.pop_back();
27         p(vl1, vr1, tv + tmp + vl1.back() - e);
28     }
29 }
30
31 signed main(){
32     for(int i = 0; i < 4; i++){
33         cin >> v[i];
34     }
35     sort(v.begin(), v.end());
36     cin >> e;
37     vector<int> vl = v, vr;
38     p(vl, vr, 0);
39     cout << ans;
40 }
```

Задача 2.2.4.4. Проектируем мост (25 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

При постройке моста используются два типа пролетов: П-образные (они прочные, но дорогие) и Т-образные (они дешевле, но менее надежные). Мост должен начинаться и заканчиваться П-образными пролетами. Любой Т-образный пролет должен иметь хотя бы один П-образный пролет в качестве соседнего.

Длина проектируемого моста — n пролетов. Муниципалитет выделил средства на постройку a П-образных и b Т-образных пролетов. При этом $a + b = n$. Требуется выяснить, сколькими способами при этих условиях можно скомпоновать мост. Два способа компоновки моста отличаются, если в одной на некоторой позиции стоит П-образный пролет, а в другой на этой же позиции стоит Т-образный пролет.

Формат входных данных

В одной строке через пробел заданы два числа: a — число П-образных пролетов и b — число Т-образных пролетов, на постройку которых выделены средства, где $2 \leq a \leq 10^6$, $0 \leq b \leq 10^6$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — количество вариантов компоновки моста. Так как ответ может быть очень большим, требуется вывести остаток от его деления на $1\ 000\ 000\ 007$ ($10^9 + 7$).

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
4 3
Стандартный вывод
7

Примечания

Для примера из условия имеется 7 вариантов компоновки моста (пробелы добавлены для лучшего восприятия вариантов):

```
П Т Т П Т П П
П Т Т П П Т П
П Т П Т Т П П
П Т П П Т Т П
П П Т П Т Т П
П П Т Т П Т П
П Т П Т П Т П
```

Комментарий

При заданных ограничениях задача решается только при помощи комбинаторики с вычислениями по модулю.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```
1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 const int INF = 1e18;
5 const int MOD = 1e9 + 7;
6 vector<int> f(2e6 + 1, 1);
```

```

7  int binpow (int a, int n) {
8      int res = 1;
9      while (n > 0) {
10         if (n % 2 == 1)
11             (res *= a) %= MOD;
12         (a *= a) %= MOD;
13         n /= 2;
14     }
15     return res;
16 }
17
18 int bc(int n, int k){
19     int res = f[n];
20     int p1 = binpow(f[k], MOD - 2);
21     int p2 = binpow(f[n - k], MOD - 2);
22     (res *= p1) %= MOD;
23     (res *= p2) %= MOD;
24     return res;
25 }
26 signed main(){
27     for(int i = 1; i <= 2e6; i++){
28         f[i] = (f[i - 1] * i) % MOD;
29     }
30     int a, b;
31     int ans = 0;
32     cin >> a >> b;
33     a--;
34     for(int i = 0; i < a + 1; i++){
35         if(2 * i <= b){
36             int d = bc(a, i);
37             if(b - 2 * i <= a - i){
38                 (d *= bc(a - i, b - 2 * i)) %= MOD;
39                 (ans += d) %= MOD;
40             }
41         }
42     }
43     cout << ans << endl;
44 }
```

Задача 2.2.4.5. Джентльмены на прогулке (30 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 8 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

По прямому участку улицы, которую будем считать отрезком AB длины d , прогуливаются n джентльменов. i -й джентльмен движется со скоростью v_i . Скорости всех джентльменов попарно различны. Дойдя до любого конца улицы, каждый джентльмен поворачивает и идет в обратную сторону.

При каждой встрече два джентльмена приветствуют друг друга, приподнимая головной убор. Приветствие происходит и в том случае, когда один джентльмен обгоняет другого. Если два джентльмена встречаются в момент их одновременного поворота, то происходит два приветствия: одно до поворота, другое — после поворота. Если происходит одновременная встреча трех и более джентльменов, то они приветствуют друг друга попарно, то есть каждый каждого. Допустим, если одновременно встретились четыре джентльмена где-то посреди улицы, произойдет шесть попарных приветствий. Если же эти четыре джентльмена встретились в момент их одновременного поворота, произойдет уже двенадцать приветствий.

В этой задаче считаем, что все действия происходят без остановок, то есть и повороты и приветствия происходят мгновенно. Джентльмены одновременно начинают свою прогулку из точки A в момент 0. В этот момент они уже производят свои первые попарные приветствия, то есть в момент 0 уже произведено $n \cdot (n - 1)/2$ приветствий. Момент старта не считается моментом поворота, то есть на старте число приветствий не удваивается. Джентльмены гуляют достаточно долго, чтобы произошло любое заданное количество приветствий.

Требуется найти момент, в который было произведено k -е по порядку приветствие.

Формат входных данных

В первой строке ввода через пробел содержится два целых числа: d — длина отрезка AB и n — количество прогуливающихся джентльменов, где $1 \leq d \leq 200$, $2 \leq n \leq 2000$.

Во второй строке находятся n целых чисел v_i через пробел — скорости каждого джентльмена, где $1 \leq v_i \leq 2000$. Гарантируется, что все скорости попарно различны. Скорости даны в порядке возрастания, то есть $v_1 < v_2 < \dots < v_n$.

В третьей строке содержится одно целое число k — номер требуемого приветствия, для которого нужно найти момент, когда оно произойдет, где $1 \leq k \leq 10^9$.

Формат выходных данных

Вывести одно вещественное число — время, когда произойдет k -е по порядку приветствие. Ответ вывести с точностью не менее двух знаков после десятичной точки.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
6
Стандартный вывод
0.000

Пример №2

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
7
Стандартный вывод
0.556

Пример №3

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
11
Стандартный вывод
1.000

Пример №4

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
15
Стандартный вывод
1.429

Пример №5

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
17
Стандартный вывод
1.667

Пример №6

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
19
Стандартный вывод
1.667

Пример №7

Стандартный ввод
5 4
2 5 8 10
21
Стандартный вывод
2.000

Примечания

На рис. 2.2.8 приведено положение джентльменов из примеров в моменты времени 0, 1 и 2. Джентльмены обозначены своими скоростями. Стрелками обозначены направления их движения в соответствующий момент. Перечислим и пронумеруем в порядке возрастания моменты попарных приветствий этих джентльменов до момента времени 2 включительно. Если два и более приветствия происходят одновременно, неважно какое из них конкретно имеет номер k , главное, что они происходят в один и тот же определенный момент времени.

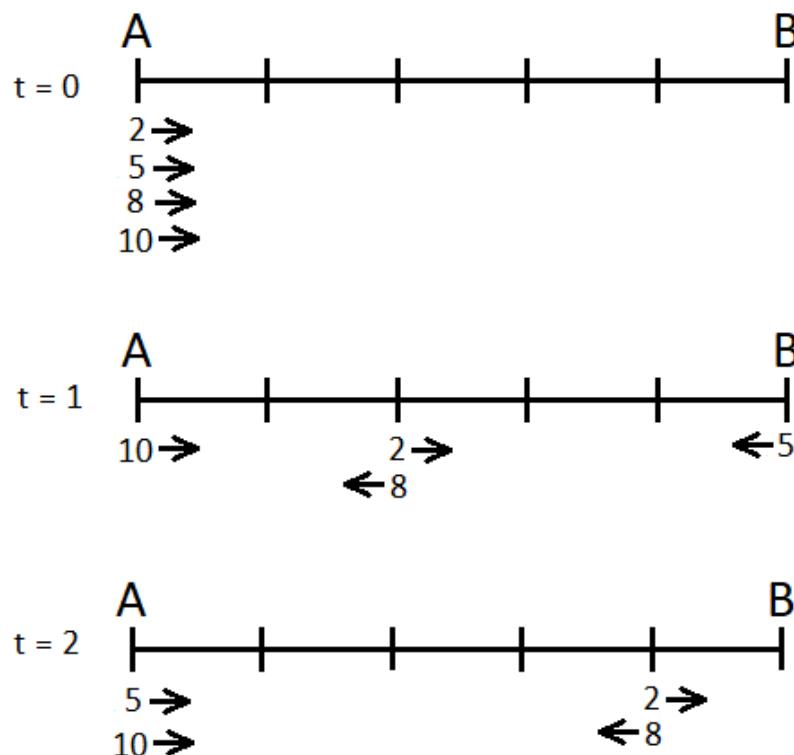


Рис. 2.2.8

1. 2 и 5 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).
2. 2 и 8 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).
3. 2 и 10 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).
4. 5 и 8 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).
5. 5 и 10 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).

6. 8 и 10 приветствуют друг друга в момент 0 (изображено на рис. 2.2.8).
7. 8 и 10 приветствуют друг друга в момент 0.556.
8. 5 и 10 приветствуют друг друга в момент 0.667.
9. 5 и 8 приветствуют друг друга в момент 0.769.
10. 2 и 10 приветствуют друг друга в момент 0.833.
11. 2 и 8 приветствуют друг друга в момент 1.000 (изображено на рис. 2.2.8).
12. 8 и 10 приветствуют друг друга в момент 1.111.
13. 2 и 10 приветствуют друг друга в момент 1.250.
14. 5 и 10 приветствуют друг друга в момент 1.333.
15. 2 и 5 приветствуют друг друга в момент 1.429.
16. 5 и 8 приветствуют друг друга в момент 1.538.
17. 2 и 8 приветствуют друг друга в момент 1.667.
18. 2 и 10 приветствуют друг друга в момент 1.667.
19. 8 и 10 приветствуют друг друга в момент 1.667 (в момент 1.667 встречаются одновременно три джентльмена 2, 8 и 10).
20. 2 и 8 приветствуют друг друга в момент 2.000 (изображено на рис. 2.2.8).
21. 5 и 10 приветствуют друг друга в момент 2.000 (до поворота).
22. 5 и 10 приветствуют друг друга в момент 2.000 (после поворота, изображено на рис. 2.2.8).

Комментарий

Задача решается при помощи бинпоиска с квадратичным нахождением ответа в каждой его итерации.

Решение

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define int long long
3 using namespace std;
4 const double EPS = 1e-7;
5 double x(double M, int V, int d){
6     double dst = V * M;
7     int cnt = floor((dst + EPS) / d);
8     double pin = dst - cnt * d;
9     if(cnt % 2 == 0){
10         return pin;
11     }
12     else{
13         return d - pin;
14     }
15 }
16 int F(double M, vector<int> &v, int d){
17     int res = 0;
18     for(int i = 0; i < v.size(); i++){
19         double dst = v[i] * M;

```

```

20     int cnt = floor((dst + EPS) / d);
21     res += cnt * i;
22     double tx = x(M, v[i], d);
23     for(int j = 0; j < i; j++){
24         double txj = x(M, v[j], d);
25         if(cnt % 2 == 0){
26             res += txj <= tx + EPS;
27         }
28         else{
29             res += txj >= tx - EPS;
30         }
31     }
32 }
33 return res;
34 }
35 signed main(){
36     int d, n;
37     cin >> d >> n;
38     vector<int> v(n);
39     for(int i = 0; i < n; i++){
40         cin >> v[i];
41     }
42     int k;
43     cin >> k;
44     double L = 0, R = 1;
45     while(F(R, v, d) <= k){
46         R *= 2;
47     }
48     R *= 2;
49     while(R - L > 1e-4){
50         double M = (R + L) / 2.0;
51         if(F(M, v, d) < k){
52             L = M;
53         }
54         else{
55             R = M;
56         }
57     }
58     cout.precision(10);
59     cout << fixed << L << endl;
60 }
```

2.3. Предметный тур. География

2.3.1. Первая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи первой волны предметного тура по географии открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Конкурс: <https://contest.yandex.ru/contest/66385/enter/>.

Задача 2.3.1.1. Биогеография (9 баллов)

Условие

Вам попалась новость с таким содержанием:

«Создание государственного природного парка в окрестностях Плесецкого космодрома

В окрестностях Плесецкого космодрома активно обсуждается создание государственного природного парка регионального значения. Инициатива создания парка получила поддержку как со стороны местных властей, так и экологических организаций. Основная цель нового парка — сохранить уникальные природные экосистемы и обеспечить защиту редких и перспективных видов животных.

Одним из приоритетов нового природного парка станет охрана таких животных, как _____. Эти виды являются ключевыми представителями местной фауны и играют важную роль в поддержании экологического баланса региона.

В планах также создание специальных зон для наблюдения за животными, что позволит посетителям парка ближе познакомиться с дикой природой, не нарушая тишины и покоя.

Предполагается, что создание природного парка положительно скажется на экологическом развитии региона и будет способствовать развитию экологического туризма, что, в свою очередь, принесет дополнительные средства для дальнейшего сохранения и защиты природы».

Выберите, какие животные могли быть перечислены в заметке:

- А. бурый медведь, филин, веретеница, осоед;
- Б. тигр, кабарга, калан, таймень;
- С. выхухоль, пеликан, стерлядь, манул;
- Д. тушканчик, сайгак, кулан, геккон.

Решение

Космодром расположен в Архангельской области, для нее характерны животные из варианта А.

Ответ: А.

Задача 2.3.1.2. Гидрология (14 баллов)

Задание 1. (10 баллов)

Реки характеризуются разными показателями.

Расставьте приведенные ниже названия рек по убыванию показателя, по которому первая река в Южной Америке и мире — Амазонка, в Африке — Конго, в Северной Америке — Миссисипи, в Азии — Янцзы, а в Австралии — Муррей:

- A. Волга.
- B. Печора.
- C. Енисей.
- D. Дон.
- E. Урал.

Решение

Расстановка по полноводности — CABDE.

Ответ: CABDE.

Задание 2. (2 балла)

Реки играют важную роль в энергосистеме России, поэтому многие энергогенерирующие производства размещаются возле крупных гидроэлектростанций (ГЭС). Иногда бывает и наоборот — ГЭС создаются для обеспечения электричеством крупных заводов.

На какой из предложенных в списке рек расположена крупнейшая ГЭС России? Выберите верный ответ:

- A. Волга.
- B. Печора.
- C. Енисей.
- D. Дон.
- E. Урал.

Ответ: С.

Задание 3. (2 балла)

В Хакасии находится ГЭС, которая используется для обеспечения потребностей сразу двух крупных заводов по выработке алюминия.

Укажите название этой гидроэлектростанции.

Ответ: Саяно-Шушенская.

Задача 2.3.1.3. Цветная металлургия (12 баллов)

Условие

Задание 1. (4 балла)

Дано описание металла, который характеризуется как вещество золотисто-розового цвета со специфическим металлическим блеском. Обладает высокой теплопроводностью и низким удельным сопротивлением, в связи с чем он применяется в электронике и теплоотводных устройствах.

О каком металле идет речь? Напишите его название.

Ответ: медь.

Задание 2. (4 балла)

Металл, который был назван в первом задании 2.3.1.3, широко распространен в мире, однако крупнейшие месторождения сконцентрированы в одной стране.

Что это за страна?

Ответ: Чили.

Задание 3. (4 балла)

Металл, который был назван в первом задании 2.3.1.3, добывается в различных регионах России, но лидером по общему запасу ресурса в разведанных месторождениях является только один регион. Здесь его активно добывают на севере региона, хотя с этими местами обычно ассоциируют добычу другого металла.

О каком регионе идет речь? Введите его название.

Ответ: Красноярский край.

Задача 2.3.1.4. Сельское хозяйство (8 баллов)

Условие

Задание 1. (5 баллов)

Сельское хозяйство тесно связано с химической промышленностью. Всем известны удобрения и средства для борьбы с вредителями.

С развитием техники и технологий стала появляться потребность в резине, для создания которой был необходим каучук. Процесс, позволяющий превращать каучук в резину, изобрел Чарльз Гудьир, он называется вулканизацией.

До изобретения искусственных аналогов каучук преимущественно получали из сока одного из растений. В свое время эта отрасль была настолько важна, что породила «каучуковую лихорадку» — по аналогии с «золотой лихорадкой».

В настоящее время производство каучука является отраслью химической промышленности. Каучук производят из нефтепродуктов, а крупнейшим заводом по производству каучука в России является Нижнекамскнефтехим.

Назовите растение, за выращиванием и сбором которого ехали люди в ходе этой «лихорадки».

Решение

Натуральный каучук производили из гевеи, родиной которой являются тропики Южной Америки.

Ответ: гевея.

Задание 2. (3 балла)

В настоящее время производство каучука можно назвать своего рода отраслью химической промышленности. Его производят из нефтепродуктов, крупнейшим заводом по производству каучука в России является Нижнекамскнефтехим. До изобретения искусственных аналогов каучук преимущественно получали из сока одного из растений. В свое время эта отрасль была настолько важна, что породила «каучуковую лихорадку» — по аналогии с «золотой лихорадкой».

Однако в настоящее время регион выращивания культуры несколько сместился от затронутых каучуковой лихорадкой стран.

Выберите список с названиями стран-лидеров по выращиванию этого растения на настоящее время:

- A. Россия, Канада, Швеция;
- B. Китай, США, Мексика;
- C. Иран, Турция, Испания;
- D. Таиланд, Индонезия, Вьетнам.

Ответ: D.

Задача 2.3.1.5. Полезные ископаемые (12 баллов)

Условие

Задание 1. (11 баллов)

Трубопроводы — один из самых недорогих видов транспорта, поэтому определенные грузы перевозятся, при возможности, именно по ним. Россия является одной из стран-лидеров по общей их протяженности. Представьте, что компании необходимо построить трубопровод из Нового Уренгоя (66 с. ш., 76,6 в. д.) в Нижневартовск (61 с. ш., 76,6 в. д.) и затем — в Ханты-Мансийск (61 с. ш., 69 в. д.).

Приняв за условность, что трубопровод проходит между этими точками по прямым, рассчитайте его общую длину.

Решение

$$(66 - 61) \cdot 111,1 + (76,6 - 69) \cdot \cos(61) \cdot 111,1 = 964,8 \text{ км.}$$

Ответ: $964,8 \pm 20$ км.

Задание 2. (1 балл)

Какое полезное ископаемое, добываемое в районе Нового Уренгоя, может быть доставлено по трубопроводу?

Ответ: природный газ.

Задача 2.3.1.6. Демография (12 баллов)

Условие

Возрастно-половые пирамиды отражают распределение населения по полу и возрасту.

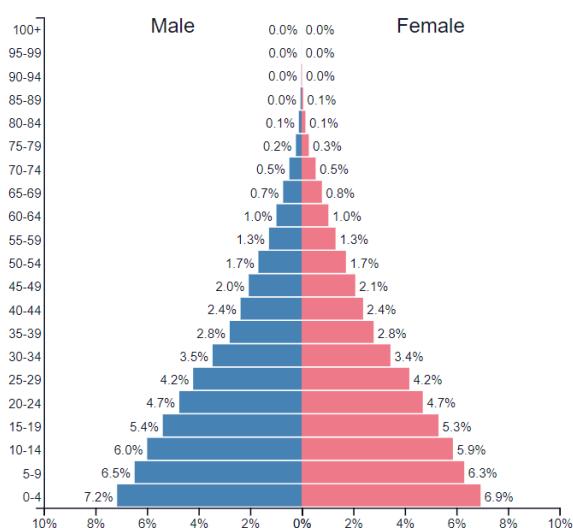


Рис. 2.3.1. Пирамида А.

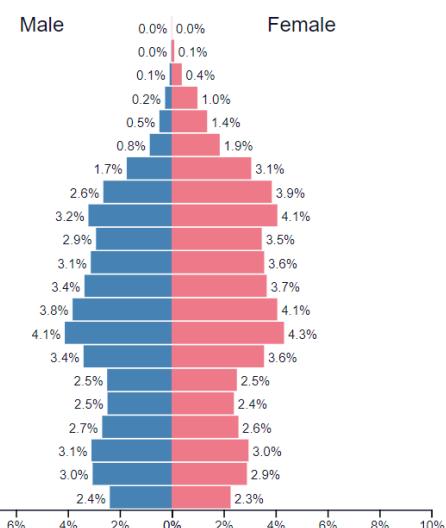


Рис. 2.3.2. Пирамида В.

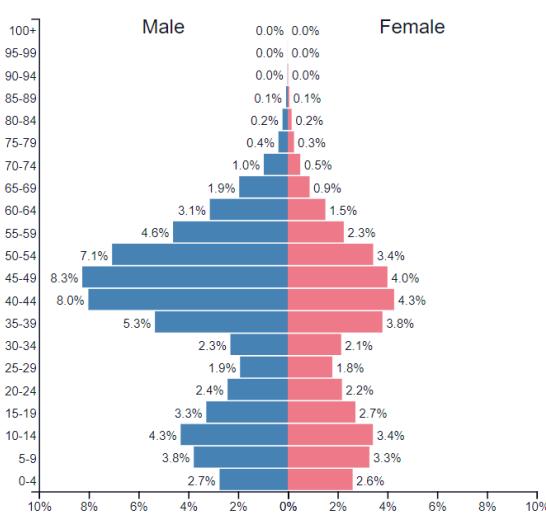


Рис. 2.3.3. Пирамида С.

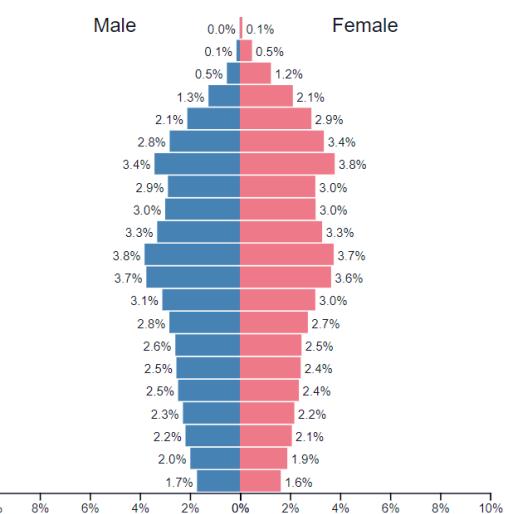


Рис. 2.3.4. Пирамида D.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.1–2.3.4 пирамиды с перечисленными странами:

1. Кувейт;
2. Беларусь;
3. Япония;
4. Мадагаскар.

Решение

Проведя анализ пирамид, можно увидеть, что:

- на пирамиде А (рис. 2.3.1) — повышенная доля детей, что характерно для развивающихся стран;
- на пирамиде В (рис. 2.3.2) — стареющее население и «эхо войны», характерные для стран Восточной Европы;
- на пирамиде С (рис. 2.3.3) — повышенная доля мигрантов, особенно мужчин в возрасте 30–60 лет, что характерно для небольших стран с обилием природных ресурсов;
- на пирамиде D (рис. 2.3.4) — повышенная доля пожилых, стареющее население, что характерно для стран Восточной Азии.

Ответ: А – 4, В – 2, С – 1, Д – 3.

Задача 2.3.1.7. Дистанционное зондирование земли (9 баллов)

Условие

На спутниковых снимках представлены формы рельефа, характерные для некоторой природной зоны.



Рис. 2.3.5. Форма рельефа 1



Рис. 2.3.6. Форма рельефа 2

Задание 1. (5 баллов)

На спутниковом снимке (см. рис. 2.3.5) представлена форма рельефа, характерная для некоторой природной зоны. Условия образования такой формы рельефа могут усложнять строительство капитальных сооружений в этой природной зоне.

Назовите эту природную зону.

Решение

Представлены формы рельефа, характерные для тундр.

Ответ: тундра.

Задание 2. (4 балла)

Условия образования изображенных форм рельефа (см. рис. 2.3.5–2.3.6) могут усложнять строительство капитальных сооружений в этой природной зоне.

Выберите из предлагаемого списка регион России, в котором большую часть территории занимает эта природная зона:

- A. республика Коми;
- B. Чукотский автономный округ;
- C. Новосибирская область;
- D. республика Карелия.

Решение

Тундры представлены в Чукотском АО.

Ответ: В.

Задача 2.3.1.8. Урбанистика (9 баллов)

Условие

Задание 1. (4 балла)

Метрополитен — один из ключевых видов магистрального городского пассажирского транспорта. В настоящее время все больше городов в развивающихся странах строят и расширяют метро.

Метрополитены можно ранжировать по разнообразным показателям, таким как пассажиропоток, количество станций, совокупная длина линий, их количество и т. д. Среди представленных списков городов выберите тот, в котором все города имеют метрополитен:

- A. Москва, Оттава, Белград.
- B. Пекин, Самара, Бангкок.
- C. Лагос, Каир, Кейптаун.
- D. Краснодар, Ростов, Волгоград.

Ответ: В.

Задание 2. (5 баллов)

Метрополитен — один из ключевых видов магистрального городского пассажирского транспорта. В настоящее время все больше городов в развивающихся странах получают собственные метрополитены.

Метрополитены можно ранжировать по разнообразным показателям, например:

- по пассажиропотоку;
- по количеству станций;
- по совокупной длине линий;
- по количеству станций и т. д.

В первом задании этой задачи вы выбрали список городов, в котором все города имеют метрополитен. Расставьте эти города в порядке следования от метрополитена с наибольшим значением первого упомянутого показателя к метрополитену с наименьшим значением.

Решение

Ранжирование выполнено по показателю пассажиропотока (первый упомянутый показатель) от наибольшего к наименьшему: Пекин, Бангкок, Самара.

Ответ: В.

Задача 2.3.1.9. История географических открытий (12 баллов)

Условие

Российские географические открытия не ограничиваются лишь исследованиями областей Европы и Азии.

Отечественные мореплаватели открыли, например, Антарктиду, а также пролив, разделяющий Евразию и Северную Америку. Впервые пролив был открыт в XVII веке российским путешественником, и впоследствии именно в честь этого человека была названа крайняя восточная точка России. Однако более подробно исследован пролив был другой экспедицией в XVIII веке.

Задание 1. (3 балла) Назовите фамилию путешественника, в честь которого названа крайняя восточная точка России.

Ответ: Семен Дежнев.

Задание 2. (3 балла) С помощью картографических сервисов с точностью до градуса определите координаты этого мыса.

Напишите слитно только числовые координаты этого мыса в градусах, сначала широту, а потом долготу. Без указания, какая именно широта и долгота.

Ответ: 66169.

Задание 3. (3 балла) Назовите двух мореплавателей, подробно описавших территорию пролива и составивших многочисленные карты побережья Дальнего Востока и Алеутских островов. Напишите только фамилии мореплавателей через пробел в алфавитном порядке.

Ответ: Беринг Чириков.

Задание 4. (3 балла) В честь одного из этих мореплавателей (см. задание 3) были названы острова, являющиеся российским продолжением Алеутской гряды. Назовите их.

Ответ: Командорские острова.

2.3.2. Вторая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи второй волны предметного тура по географии открыты для решения. Участие в соревновании доступно на платформе Яндекс.Конкурс: <https://contest.yandex.ru/contest/63473/enter/>.

Задача 2.3.2.1. Биогеография (9 баллов)

Условие

Вам попалась газетная статья, намокшая после дождя. Несколько слов не разобрать. Восстановите их.

Биосферный резерват «Башкирский Урал»

Комплексный биосферный резерват «Башкирский Урал» образован в 2012 году и включает в себя пять охраняемых природных территорий. Здесь представлена природа горных районов _____¹ Урала — одного из 200 приоритетных экологических регионов Земли, важных для сохранения биоразнообразия. В различных зонах резервата можно ознакомиться с природным разнообразием как степей, так и южной _____.² В пределах «Башкирского Урала» находятся две важные орнитологические территории международного значения. На территории одного из заповедников, входящих в резерват, находится Капова пещера — единственная пещера Восточной и Центральной Европы с наскальными изображениями эпохи палеолита. Ежегодно сюда приезжают много туристов, хотя их поток стараются ограничивать для лучшей сохранности наскальной живописи. Поблизости есть и другие пещеры с рисунками древнего человека, но они пока не столь известны. Важная задача для сотрудников «Башкирского Урала» и местного населения — сохранение генофонда аборигенной популяции медоносных пчел в условиях дикого обитания, искусственных дупел (бортей и колод) и пасек. Пчеловодство в регионе имеет тысячелетнюю историю. Маркетинг бортевого меда, брендовая политика заповедника _____³ сделали _____⁴ рентабельным и вернули его в бытовой уклад местных жителей.

Теперь ответьте на вопрос: какие слова пропущены в статье?

- A. Приполярного¹, тундры², Иксский³, бортничество⁴.
- B. Южного¹, тайги², Шульган-Таш³, бортничество⁴.
- C. Полярного¹, тундры², Башкирский³, производство прополиса⁴.
- D. Южного¹, тайги², Алтын-Солок³, производство косметики⁴.

Решение

Башкирия находится на Южном Урале, простираясь в различных природных зонах — от степи до тайги. В Башкирии расположена пещера Шульган-Таш, в окрестностях которой уже долгое время люди занимаются бортничеством (добычей меда у пчел, живущих прямо в дуплах деревьев).

Ответ: В.

Задача 2.3.2.2. Гидрология (14 баллов)

Условие

Задание 1. (8 баллов)

Перед вами гидрографы разных российских рек. Графики показывают объем стока, регистрируемый в течение года. Они помогают понимать жизненный цикл рек: когда они полноводны, когда мелеют, в какие месяцы стоит ожидать половодья и паводков.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.7–2.3.10 гидрографы с указанными реками:

1. Сочи;
2. Индигирка;
3. Аргунь;
4. Хопер.

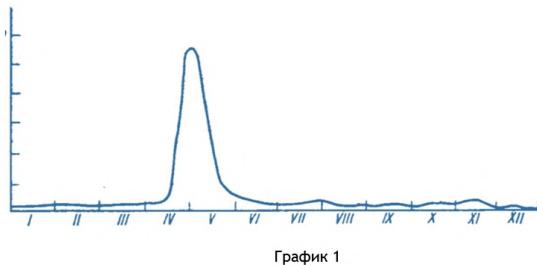


Рис. 2.3.7. График А.

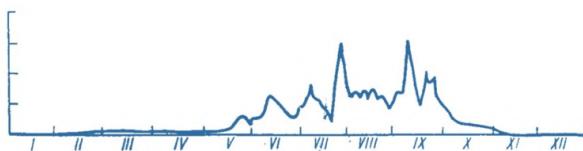


Рис. 2.3.8. График В.

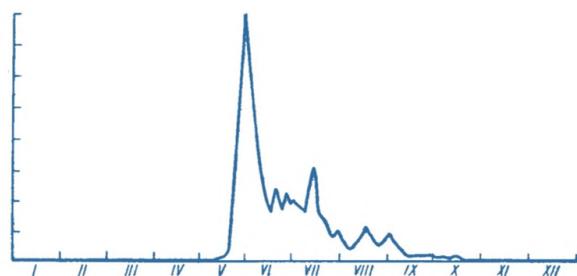


Рис. 2.3.9. График С.

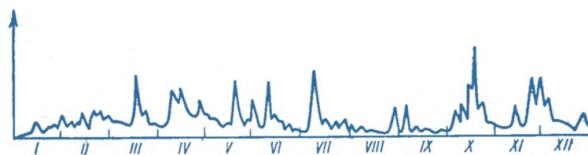


Рис. 2.3.10. График D.

Ответ: А – 4, В – 3, С – 2, Д – 1.

Задание 2. (3 балла)

Обычно все реки имеют притоки, которые пополняют их водные запасы. По водоносности и длине последние, как правило, уступают основным рекам. Но нет правил без исключения. Например, правый приток самой полноводной реки России приносит почти наполовину больше воды, чем несет основная река к месту их встречи.

Назовите этот полноводный приток.

Ответ: Ангара.

Задание 3. (3 балла)

Напишите название реки, если известно, что:

- точно так же называют и историческую область (а иногда — субъект РФ);
- исток реки находится в одной из республик России на высоте выше 1 300 м.

Ответ: Кубань.

Задача 2.3.2.3. Цветная металлургия (12 баллов)

Условие

Задание 1. (4 балла) Дано описание металла. Этот ковкий металл в природе встречается относительно часто, в отличие от многих других металлов, его добыча зачастую не требует специальных технологий. Он используется в ювелирной промышленности, медицине и электронике. В Калифорнии в середине XIX века была зафиксирована вспышка «болезни», связанной с этим металлом.

О каком металле идет речь? Напишите его название.

Ответ: золото.

Задание 2. (4 балла) Какая страна лидирует в добыче и выплавке этого металла?

Ответ: Китай.

Задание 3. (4 балла) В России существует популярный туристический маршрут, в названии которого упоминается этот металл, но населенные пункты, встречающиеся на пути, значимых связей с его добычей не имеют. Один из городов, входящих в упомянутый маршрут, часто путают с другим городом, находящимся на юге России. Укажите его название.

Ответ: Ростов.

Задача 2.3.2.4. Сельское хозяйство (8 баллов)

Условие

Задание 1. (5 баллов)

По объему производства этой сельскохозяйственной культуры первое место в России занимает Краснодарский край. Среди регионов в тройку лидеров входит одна из республик Северного Кавказа, а в десятку — Астраханская и Еврейская автономная области.

Назовите эту сельскохозяйственную культуру.

Решение

Достаточно мало сельскохозяйственных культур, по производству которых в лидерах был бы и Северный Кавказ, и Дальний Восток. В случае сомнений информацию следует сопоставить с возможными вариантами ответа в следующем вопросе.

Ответ: рис.

Задание 2. (3 балла)

Выберите список стран, все из которых входят в двадцатку мировых по производству этой сельскохозяйственной культуры:

- A. Индонезия, США, Египет;
- B. Китай, Япония, Россия;
- C. Индия, Австралия, Боливия;
- D. Конго, Зимбабве, Зурумбия.

Ответ: A.

Задача 2.3.2.5. Полезные ископаемые (12 баллов)

Условие

Существует песня, которая посвящена городу, расположенному в одной из областей России. Город связан с добычей определенного металла, и сам статус города населенный пункт получил благодаря развитию промышленности, связанной с этим металлом, что также отражено в его названии. Интересно, что в весьма отдаленном регионе от указанного тоже есть город с таким же названием, и деятельность его предприятий также связана с работой с очень важным для страны металлом, но другим.

Задание 1. (10 баллов)

Напишите название этого города.

Ответ: Железногорск.

Задание 2. (2 балла)

Градообразующее предприятие одного из городов работает с этим металлом. Выберите его название из списка:

- A. медь;
- B. уран;
- C. дубний;
- D. жесть;
- E. алюминий.

Ответ: B.

Задача 2.3.2.6. Демография (12 баллов)

Условие

Возрастно-половые пирамиды отражают распределение населения по полу и возрасту.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.11–2.3.14 пирамиды с демографическими суждениями (для этого не обязательно угадывать конкретную страну). Синим цветом обозначена мужская часть населения, красным — женская.

К каждой пирамиде подходит только одно утверждение.

1. В этой стране мало молодых женщин, потому что значительная их часть уезжает учиться в другие страны.
2. В этой стране медианный возраст меньше 18 лет.
3. В этой стране большую нагрузку на экономику оказывает высокая доля пожилых людей.
4. В этой стране наблюдается значительный приток трудовых мигрантов на работы, связанные с добычей полезных ископаемых и строительством.

5. В структуре населения этой страны прослеживаются демографические ямы, являющиеся отголосками военных событий и сложных периодов в экономике. Женское население преобладает в возрастных категориях от 30 лет и старше.
6. В этой стране наблюдается значительный перевес женщин в молодых возрастах.

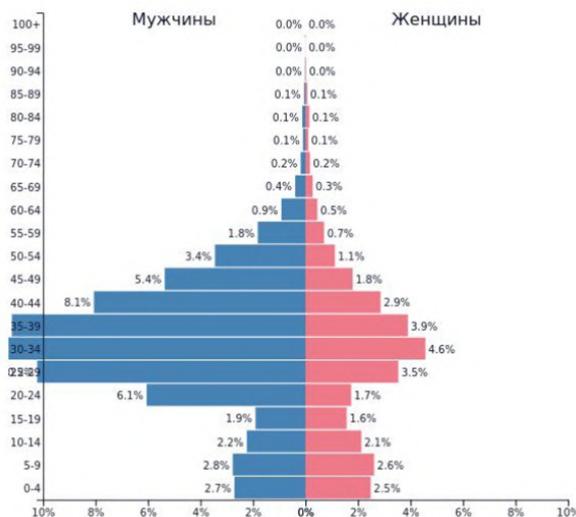


Рис. 2.3.11. Пирамида А.

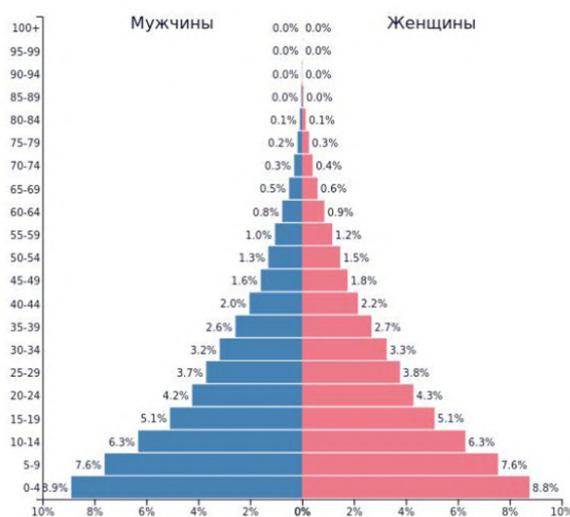


Рис. 2.3.12. Пирамида В.

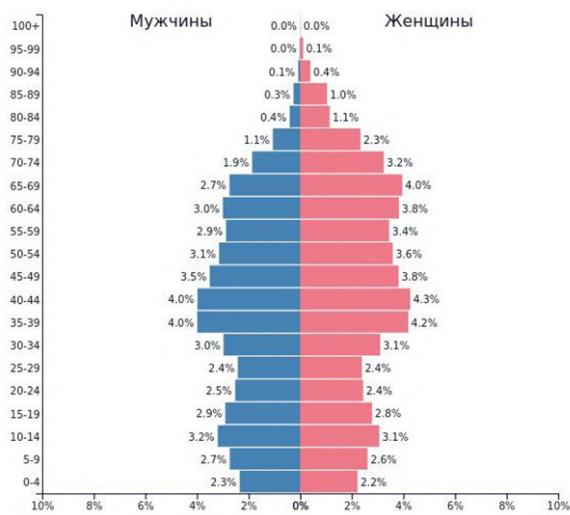


Рис. 2.3.13. Пирамида С.

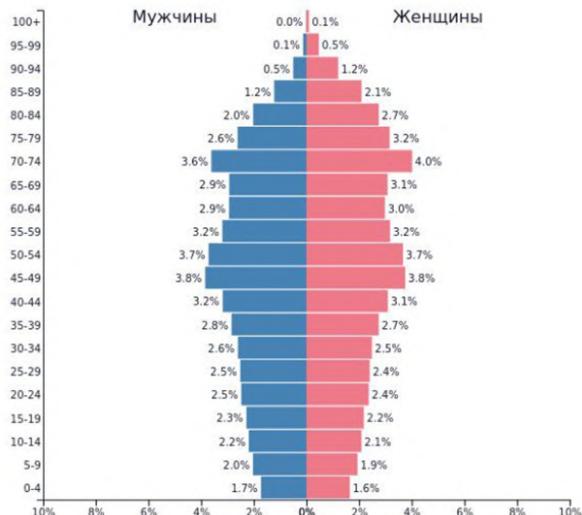


Рис. 2.3.14. Пирамида D.

Решение

- А — 4: на пирамиде четко видно количественное преобладание мужчин молодых и средних возрастов, что говорит о большом притоке рабочей силы (можно предположить, что это арабское государство, в котором в силу специфики сфер работ (нефть, строительство) и особенностей культуры и религии мужской труд более востребован). Подобная ситуация наблюдается, например, в Катаре.
- В — 2: видно, что в этой стране много детей, а, следовательно, медианный возраст будет низким. Характерно для стран Африки.

- С — 5: четко прослеживаются демографические ямы, после 30 лет женщин заметно больше, чем мужчин. Характерно для Восточной Европы.
- D — 3: крайне высокая доля пожилого населения (как, например, в Японии).

Ответ: А — 4, В — 2, С — 5, Д — 3.

Задача 2.3.2.7. Дистанционное зондирование земли (9 баллов)

Условие

На нижеприведенных спутниковых изображениях (см. рис. 2.3.15–2.3.16) в синтезе естественных цветов представлены ландшафты, характерные для определенной природной зоны.



Рис. 2.3.15. Форма рельефа 1



Рис. 2.3.16. Форма рельефа 2

Задание 1. (5 баллов)

Назовите эту природную зону:

- тайга;
- пустыня;
- равнина;
- степь;
- предгорье.

Решение

Равнина и предгорье не являются природными зонами, тайга не подходит (не видно сплошного массива леса), для пустыни снимки слишком яркие и разнообразные; снимки характерны для степной зоны.

Ответ: D.

Задание 2. (4 балла)

Выберите из списка регион России, в котором представлена эта природная зона:

- Ямало-Ненецкий автономный округ.
- Волгоградская область.
- Костромская область.

-
- D. Республика Марий Эл.
E. Мурманская область.

Решение

Степи характерны для Волгоградской области (все остальные регионы находятся заметно севернее степной природной зоны России).

Ответ: B.

Задача 2.3.2.8. Урбанистика (9 баллов)

Условие

Задание 1. (4 балла)

Из перечисленных наборов городов выберите один список, в котором указаны только те города, где канатная дорога как вид транспорта используется в качестве общественного транспорта, которым жители этих городов пользуются в повседневной жизни:

- A. Сочи, Астрахань, Кировск.
- B. Ла-Пас, Москва, Нижний Новгород.
- C. Сургут, Магадан, Анадырь.
- D. Тбилиси, Батуми, Краснодар.
- E. Нью-Йорк, Астана, Серпухов.

Ответ: B.

Задание 2. (5 баллов)

Канатную дорогу часто путают с другим видом общественного транспорта, который используется для подъема на горы, холмы и порой в условиях неровностей рельефа в городе. Выберите город, в котором представлены оба вида транспорта:

- A. Даллас.
- B. Санкт-Петербург.
- C. Кировск.
- D. Берген.
- E. Сузdalь.

Решение

Другой вид транспорта — фуникулер; в норвежском городе Берген есть и канатная дорога, и фуникулер (остальные города достаточно «плоские» для этих видов транспорта, за исключением Кировска, но там есть только канатная дорога).

Ответ: D.

Задача 2.3.2.9. История географических открытий (15 баллов)**Условие****Задание 1.** (4 балла)

Этот пролив часто упоминается в новостях на фоне встреч лидеров двух стран. Обсуждаются как вопросы судоходства, так и энергетики. Он имеет настолько важное значение для страны, что ему посвящена даже песня, в которой лирический герой упоминает также и один из центральных районов Москвы.

Выберите верный ответ:

- A. Берингов пролив;
- B. Пролив Лаперуза;
- C. Пролив Ла-Манш;
- D. Пролив Лавузье;
- E. Пролив Маточкин Шар.

Ответ: B.

Задание 2. (3 балла)

Часто этого человека путают с другим, по прозвищу «Черный барон». Однако он совершил не одно кругосветное путешествие, но одно из них просто потому, что так было удобнее возвращаться домой. В его честь назван остров, а также его имя было обыграно в советском мультипликационном фильме. Выберите верный ответ:

- A. Лаптев.
- B. Беринг.
- C. Магеллан.
- D. Баренц.
- E. Врангель.

Ответ: E.

Задание 3. (2 балла)

Среди первооткрывателей особенное место занимают те люди, путешествия которых сопряжены с высочайшим риском. Это исследователи и первооткрыватели, которые не всегда знают, что их ждет впереди и с какими трудностями им придется столкнуться. У берегов одного из самых маленьких материков расположено море, названное в честь этих исследователей. На побережье этого моря работают ученые из стран СНГ и из Японии.

Назовите это море.

Ответ: Космонавтов.

Задание 4. (6 баллов)

Среди первооткрывателей особенное место занимают те люди, путешествия которых сопряжены с высочайшим риском. Это исследователи и первооткры-

ватели, которые еще не знают, что их ждет впереди и с какими трудностями им придется столкнуться.

Один из таких исследователей, отправившись в путь из Казахстана, смог добраться только до Саратовской области, однако это путешествие не осталось незамеченным в мире, а его именем впоследствии назвали город на родине этого первопроходца.

С помощью картографических сервисов с точностью до градуса определите координаты этого города.

Напишите слитно только числовые координаты этого города в градусах, сначала широту, а потом долготу. Без указания, какой именно широты и долготы.

Ответ: 5534 (5535).

2.3.3. Третья волна. Задачи 8–11 класса

Задачи третьей волны предметного тура по географии открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63474/enter/>.

Задача 2.3.3.1. Биогеография (6 баллов)

Условие

Представьте, что вам попалась новостная заметка с таким содержанием:

«Обсуждается создание природного парка в окрестностях космодрома Куру, являющегося ключевым для Европейского космического агентства. Он создается в рамках программы по консервации и сохранению редких видов, и поддержан правительством Франции. Природный парк может стать одним из важных проектов по сохранению биоразнообразия в рамках своей природной зоны».

Какие виды животных, характерные для этой природной зоны, могли быть упомянуты в новостной заметке?

- A. Лань, бобр, медведь, волк.
- B. Выдра, ягуар, листонос, опоссум.
- C. Леопард, орангутанг, носорог, тигр.
- D. Рысь, норка, мангуст, дрофа.

Решение

Космодром расположен во Французской Гвиане, в области переменно-влажных лесов, для этой области в Гвиане характерны животные варианта В.

Ответ: В.

Задача 2.3.3.2. Гидрология (14 баллов)

Условие

Задание 1. (8 баллов)

Перед вами гидрографы разных российских рек. Графики показывают объем стока, регистрируемый в течение года. Они помогают понимать жизненный цикл рек: когда они полноводны, когда мелеют, в какие месяцы стоит ожидать половодья и паводков.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.17–2.3.20 гидрографы с указанными реками:

1. Цна;
2. Туапсе;
3. Уссури;
4. Яна.

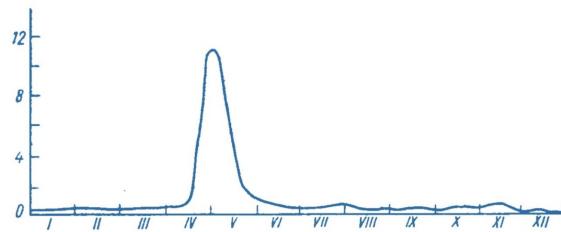


Рис. 2.3.17. График А.

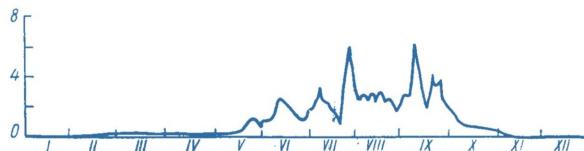


Рис. 2.3.18. График В.

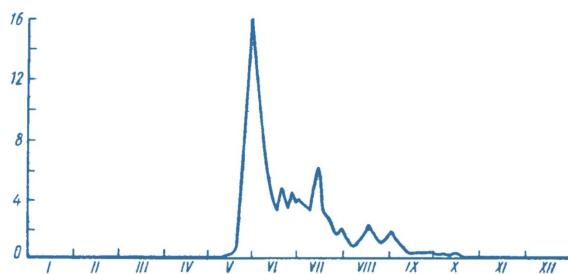


Рис. 2.3.19. График С.

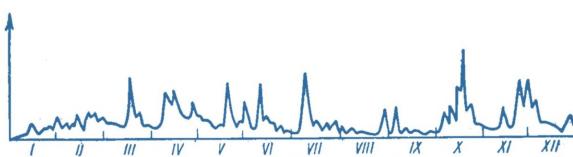


Рис. 2.3.20. График D.

Решение

1. Цна — река средней полосы с характерным весенним половодьем.
2. Уссури — дальневосточная река с выраженным влажным сезоном.
3. Яна — суровая сибирская река с поздним половодьем.
4. Туапсе — незамерзающая река в Краснодарском крае без выраженной межени.

Ответ: А — 1, В — 3, С — 4, Д — 2.

Задание 2. (3 балла)

Обычно все реки имеют притоки, которые пополняют их водные запасы. По водоносности и длине последние, как правило, уступают основным рекам. Но нет правил без исключения. Например, в научном сообществе уже долгое время длится спор, может ли приток самой протяженной реки в Европейской части России все же быть главной рекой, а известная река — наоборот, лишь ее притоком.

Назовите этот полноводный приток.

Решение

Длина от истока до слияния рек: Волга — 1 390 км, Кама — 1 805 км. В месте слияния Волга поворачивает под прямым углом, тогда как Кама не меняет своего направления. Поэтому, если бы не исторический фактор, реку было бы правильнее называть Камой.

Ответ: Кама.

Задание 3. (3 балла)

Напишите название известной реки, если известно, что:

- на этой реке стоит крупный город, раньше также носивший название этой реки;
- по реке также названа историческая область, расположенная в ее бассейне;
- эта река — приток реки из предыдущего задания этой задачи.

Решение

Вятка — крупный приток Камы, а город Киров раньше тоже назывался Вятка.

Ответ: Вятка.

Задача 2.3.3.3. Цветная металлургия (12 баллов)

Условие

Задание 1. (3 балла)

В настоящее время в связи с трендом на отход отскопаемого топлива все большее распространение получают электромобили. Однако возникают проблемы с утилизацией аккумуляторов. Назовите металл, используемый в них, если известно, что в России его добыча не ведется, а Боливия — один из мировых лидеров по его запасам, где он добывается из известного на весь мир «зеркального» солончака.

Решение

Металл, использующийся в аккумуляторах — литий.

Ответ: литий.

Задание 2. (6 баллов)

В более традиционной автомобильной промышленности используются два других металла, входящих в одну группу. В бензиновых автомобилях в качестве катализатора применяется драгоценный металл, зачастую добываемый совместно с никелем и медью. В дизельных автомобилях в качестве катализатора используется другой металл, изначально презрительно названный открывшими его испанцами «серебришком».

Назовите эти два металла. Названия металлов напишите через пробел.

Решение

В ДВС в качестве катализатора используются металлы платиновой группы — соответственно палладий и платина.

Ответ: палладий платина.

Задание 3. (3 балла)

Назовите регион России, являющийся лидером по добыче обоих этих металлов. В нем располагается крупнейшее в мире месторождение одного из металлов из предыдущего задания этой задачи.

Решение

Лидером по добыче палладия и платины является Красноярский край (Талнахское месторождение).

Ответ: Красноярский край.

Задача 2.3.3.4. Сельское хозяйство (8 баллов)

Условие

В сельском хозяйстве выделяют технические культуры, то есть те, что возделываются для получения того или иного сырья. Однако зачастую и продукты, получаемые из технических культур, входят в рацион питания человека.

Задание 1. (3 балла)

Одним из таких продуктов является белое вещество, зачастую в форме кристаллов, использующееся как в пищевой промышленности, так и большинством людей в повседневности. Большая часть этого продукта в России производится в Краснодарском крае и Липецкой области.

Назовите продукт.

Решение

Лидерами по производству сахарной свеклы являются Краснодарский край, а также Воронежская, Липецкая, Тамбовская и Курская области.

Ответ: сахар.

Задание 2. (5 баллов)

Одним из таких продуктов является белое вещество, зачастую в форме кристаллов, использующееся как в пищевой промышленности, так и большинством людей в повседневности. Он производится преимущественно из двух культур — из стеблей растения семейства злаковых и из корнеплодов растения семейства маревых. Большая часть этого продукта в России производится в Краснодарском крае и Липецкой области.

Выберите пару стран, соответственно лидирующих по выращиванию двух культур, из которых производится этот продукт:

- A. Бразилия, Россия;
- B. Индия, Китай;
- C. Индонезия, США;
- D. Франция, Германия.

Решение

Этот продукт — сахар, культуры соответственно сахарный тростник и сахарная свекла, страны — Бразилия и Россия.

Ответ: A.

Задача 2.3.3.5. Полезные ископаемые (10 баллов)

Условие

Эти две страны вместе покрывают более половины потребностей мировой экономики в определенном ресурсе.

Данный ресурс весьма ценен, что влияет и на геополитическое положение этих стран, и на их экономические возможности по сравнению с соседями и конкурентами. При этом для большинства крупных игроков в мировой экономике акцент во взаимодействии с этими странами делается именно на обозначенном ценном ресурсе в первую очередь.

Задание 1. (4 балла)

Назовите этот ресурс одним словом.

Решение

Для ответа на этот вопрос желательно сразу посмотреть и задание 2, чтобы подтвердить свое предположение через одну из стран-лидеров (Намибию). Страны, являющиеся лидерами по производству и экспорту урана — Казахстан, Австралия, Намибия, Нигер, Россия, Канада.

Ответ: уран.

Задание 2. (6 баллов)

Назовите ту из этих двух стран, объем ВВП которой не позволяет ей попасть даже в топ-100 стран по этому показателю (хотя эта страна славится еще и запасами другого ценного ресурса, используемого в ювелирном деле).

Решение

Речь идет про алмазы, которыми богат юг Африки.

Ответ: Намибия.

Задача 2.3.3.6. Демография (12 баллов)

Условие

Графики возрастно-половой структуры отражают распределение населения по полу и возрасту.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.21–2.3.24 пирамиды с демографическими суждениями (для этого не обязательно угадывать конкретную страну). Синим цветом обозначена мужская часть населения, красным — женская.

К каждой пирамиде подходит только одно утверждение.

1. В этой стране отмечается значительный перевес мужчин в численности населения.

2. В последние десятилетия в этой стране наблюдается рост рождаемости.
3. Медианный возраст населения в этой стране — 41 год.
4. В этой стране сейчас стационарная модель воспроизводства населения.
5. В эту страну идет активная трудовая миграция, в первую очередь — мужчин.
6. В этой стране пожилые составляют более половины населения.
7. В этой стране происходит вторая фаза демографического перехода: бурный рост населения, складывающийся из-за высокой рождаемости и низкой смертности.

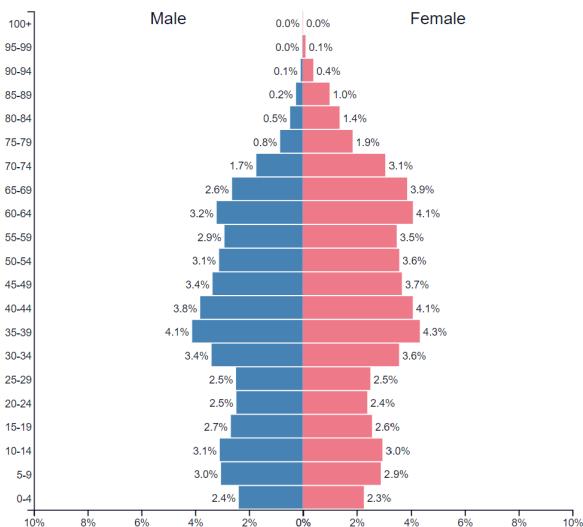


Рис. 2.3.21. Пирамида А.

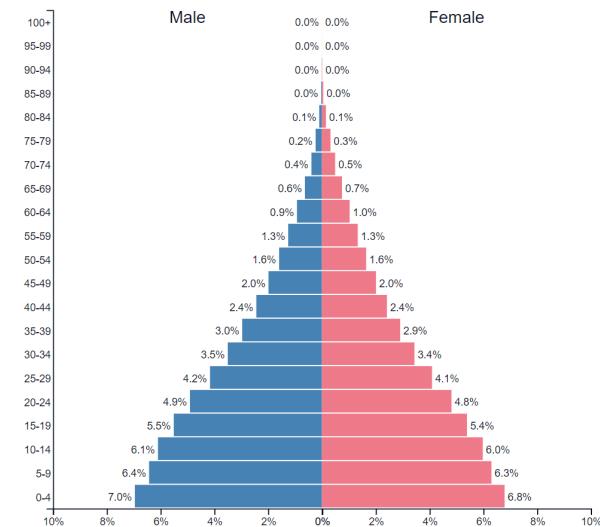


Рис. 2.3.22. Пирамида Б.

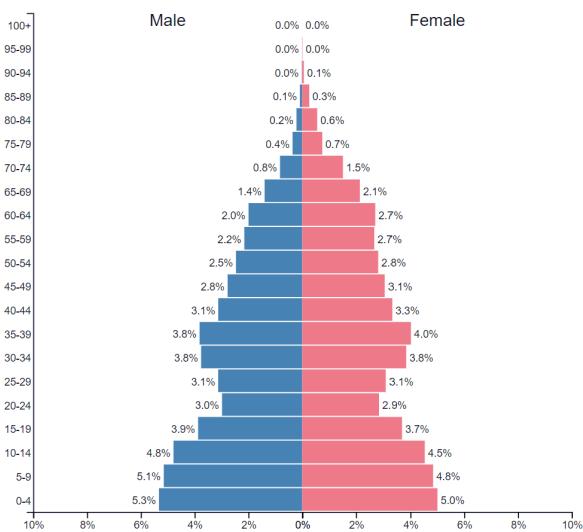


Рис. 2.3.23. Пирамида В.

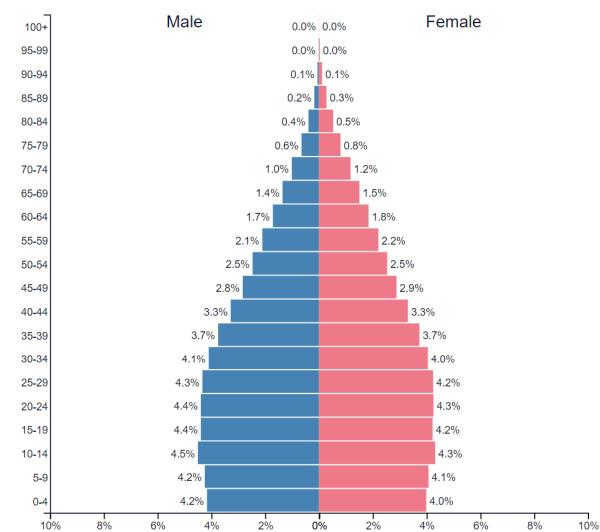


Рис. 2.3.24. Пирамида Г.

Решение

Проведя анализ представленных пирамид, можно увидеть, что при сравнении с другими странами:

- на графике А (рис. 2.3.21) видно, что по возрасту 40–44 лет численность населения на графике можно разделить примерно пополам;

- на графике В (рис. 2.3.22) видно, что в этой стране идет расширенное воспроизводство;
- на графике С (рис. 2.3.23) видно, что в этой стране резко увеличивается поколение детей;
- на графике D (рис. 2.3.24) видно, что в этой стране наблюдается стационарная модель воспроизводства населения.

Загаданные страны: Беларусь, Сьерра-Леоне, Казахстан, Эквадор.

Ответ: А – 3, В – 7, С – 2, D – 4.

Задача 2.3.3.7. Дистанционное зондирование земли (12 баллов)

Условие



Рис. 2.3.25. Форма рельефа 1



Рис. 2.3.26. Форма рельефа 2

На спутниковых изображениях (см. рис. 2.3.25–2.3.26) в синтезе естественных цветов представлены ландшафты, характерные для определенной природной зоны.

Задание 1. (4 балла)

Назовите эту природную зону.

Решение

Представленные ландшафты характерны для тайги, что можно понять по сплошному лесному покрову, пересекаемому полями, залежами и вырубками.

Ответ: тайга.

Задание 2. (4 балла)

Выберите из списка регион России, в котором представлена эта природная зона.

- А. Ставропольский край.
- Б. Калининградская область.
- С. Костромская область.
- Д. Тамбовская область.

Решение

Представленные ландшафты располагаются в Костромской области.

Ответ: С.

Задание 3. (4 балла)

Назовите крупные полигональные объекты, видные на рис. 2.3.25.

Решение

На ландшафте рисунка 2.3.25 отчетливо видны вырубки.

Ответ: вырубка/лесоповал.

Задача 2.3.3.8. Урбанистика (14 баллов)***Условие***

Магистральный общественный транспорт — это фундаментальный транспортный каркас, обеспечивающий передвижение людей по городу с максимальной скоростью. Как правило, он рассчитан на большие пассажиропотоки, и для его эффективности создаются основные городские транспортные артерии, соединяя крупные районы города друг с другом и обеспечивая удобные и быстрые пересадки, в том числе и на другие виды транспорта.

Задание 1. (4 балла)

Выберите тип транспорта, который стал наиболее эффективным решением в большинстве крупных городов:

- А. выделенные автодороги для маршрутных автобусов;
- Б. рельсовый транспорт;
- С. канатные дороги;
- Д. средства индивидуальной мобильности (электросамокаты, велосипеды).

Решение

Канатные дороги в некоторых случаях предпочтительнее (сложный рельеф), но при прочих равных дешевле и эффективнее — трамвай, метро и т. п., то есть рельсовый транспорт.

Ответ: В.

Задание 2. (2 балла)

Этот вид транспорта примечателен тем, что за свою историю успел поездить и на конной тяге, и на дизельной, и даже на паровой, прежде чем окончательно обосновался на определенном виде питания для своих двигателей. Не менее интересны и его маршруты: это и горы, и подземелья, и пустыни... Известный

японский кинорежиссер в одном из своих творений посчитал этот вид транспорта символом перемещения из мира духов в мир живых. Назовите его одним словом.

Решение

Режиссер — Хаяо Миядзаки.

Ответ: трамвай.

Задание 3. (4 балла)

Назовите российский город, который в свое время был мировым лидером по протяженности сети вида транспорта, названного в предыдущем задании.

Решение

Сейчас Санкт-Петербург остается лидером по этому показателю в России, но в мире — 4 место.

Ответ: Санкт-Петербург.

Задание 4. (4 балла)

Какой город в мире лидирует сейчас по протяженности сети транспорта, названного во втором задании? Укажите название города.

Ответ: Мельбурн.

Задача 2.3.3.9. Российские исследователи и первооткрыватели (12 баллов)

Условие

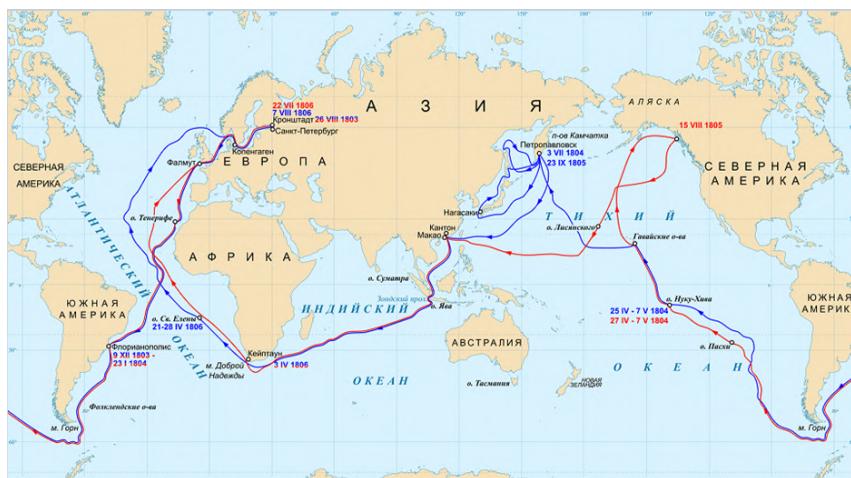


Рис. 2.3.27

На карте (рис. 2.3.27) изображен маршрут экспедиции, совершенной в 1803–1806 годах русскими путешественниками.

Задание 1. (2 балла)

Назовите фамилии этих путешественников. Напишите фамилии путешественников через пробел.

Ответ: Крузенштерн Лисянский.

Задание 2. (2 балла)

Какое имя носил населенный пункт на тихоокеанском побережье Северной Америки, в которое прибыло судно из этой экспедиции?

Ответ: Ново-Архангельск.

Задание 3. (2 балла)

На территории какой страны он располагался в то время?

Ответ: Россия.

Задание 4. (6 баллов)

Каким странам в то время принадлежали Кейптаун, остров Пасхи и Макао?

Выберите из списка:

- A. Пруссия, Испания, Китай.
- B. Нидерланды, Испания, Португалия.
- C. Нидерланды, Сиам, Франция.
- D. Швеция, США, Португалия.

Ответ: B.

2.3.4. Четвертая волна. Задачи 8–11 класса

Задачи четвертой волны предметного тура по географии открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/63475/enter/>.

Задача 2.3.4.1. Биогеография (6 баллов)

Условие

Вам попалась новость с таким содержанием:

«Создание регионального природного парка в окрестностях космодрома Капустин Яр

В окрестностях космодрома Капустин Яр активно обсуждается создание государственного природного парка регионального значения. Инициатива создания парка получила поддержку как со стороны местных властей, так и экологических органи-

заций. Основная цель нового парка — сохранить уникальные природные экосистемы и обеспечить защиту редких видов растений.

Одним из приоритетов нового природного парка станет охрана таких растений, как _____. Эти виды являются ключевыми представителями местной фауны и играют важную роль в поддержании экологического баланса региона.

В планах также создание научной станции, работа которой позволит лучше понимать изменения в местных экосистемах.

Предполагается, что создание природного парка положительно скажется на экологическом развитии региона и будет способствовать развитию экологического туризма, что, в свою очередь, принесет дополнительные средства для дальнейшего сохранения и защиты природы».

Выберите, какие растения могли быть перечислены в заметке:

- A. дуб черешчатый, липа, осина, ясень;
- B. эдельвейс, пихта, ель, можжевельник;
- C. ковыль, тюльпан Шренка, типчак и полынь;
- D. брусника, багульник, лотос орехоносный, рогоз.

Решение

Космодром Капустин Яр расположен в Астраханской области, его окружают сухие степи и полупустыни, где произрастают ковыль, тюльпан Шренка, типчак и полынь.

Ответ: C.

Задача 2.3.4.2. Гидрология (14 баллов)

Условие

Задание 1. (8 баллов)

Перед вами гидрографы разных российских рек. Графики показывают объем стока, регистрируемый в течение года. Они помогают понимать жизненный цикл рек: когда они полноводны, когда мелеют, в какие месяцы стоит ожидать половодья и паводков. Сопоставьте гидрографы с указанными реками.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.28–2.3.31 гидрографы с указанными реками:

1. Воронеж;
2. Псоу;
3. Зея;
4. Оленек.

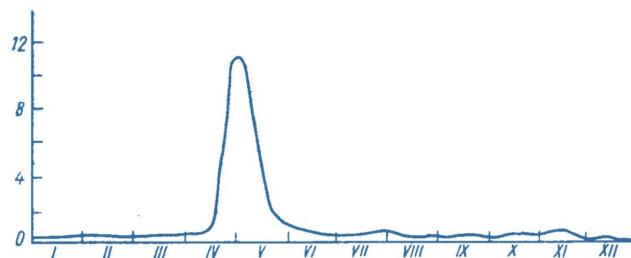


Рис. 2.3.28. График А.

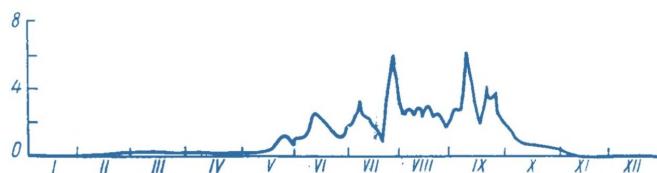


Рис. 2.3.29. График В.

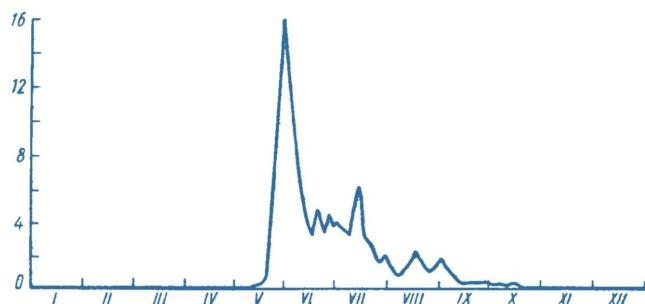


Рис. 2.3.30. График С.

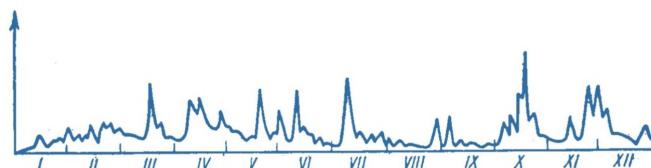


Рис. 2.3.31. График D.

Решение

1. Воронеж — река средней полосы с характерным весенним половодьем.
2. Зея — дальневосточная река с выраженным сезоном муссонов.
3. Оленек — суровая сибирская река с поздним половодьем.
4. Псоу — незамерзающая река на юге без выраженной межени.

Ответ: А — 1, В — 3, С — 4, Д — 2.

Задание 2. (3 балла)

Обычно все реки текут по одному привычному направлению — с понижением высоты рельефа. Но нет правил без исключения. Например, эта крупная река, длина которой более 200 км, имеет перепад высот между истоком и устьем, являющимися озерами, всего 13 м. Существуют исторические сведения и современные наблюдения остановки течения в реке или даже его повороте вспять.

Назовите эту реку.

Решение

Волхов — река в Новгородской и Ленинградской областях, имеющая необычную «способность» — останавливаться и даже течь вспять. Река вытекает из озера Ильмень, а впадает в Ладожское озеро, что тоже достаточно необычно.

Ответ: Волхов.

Задание 3. (3 балла)

Напишите название известной реки, если известно, что:

- она впадает в систему озер, по самому крупному из которых проходит граница России;
- историческое прозвище жителей бассейна этой реки — скобари.

Решение

Система — Чудско-Псковское озеро, граница проходит по Чудскому озеру. Скобари — разговорное название жителей Пскова и Псковщины. Кстати, в России более 10 рек с таким названием, но эта, пожалуй, самая известная.

Ответ: Великая.

Задача 2.3.4.3. Цветная металлургия (12 баллов)***Условие*****Задание 1.** (4 балла)

Этот металл человечество научилось обрабатывать очень давно. По сплаву, в состав которого он входит, названа целая историческая эпоха. В России этот металл добывается в основном на Дальнем Востоке.

Решение

Речь о бронзовом веке (бронза — сплав меди и олова). Крупнейшие месторождения олова находятся в Якутии и на Чукотке (самое большое — Депутатское). Медь не подходит, поскольку нельзя сказать, что основные месторождения находятся на Дальнем Востоке.

Ответ: олово.

Задание 2. (4 балла)

Какая страна лидирует в добыче и выплавке этого металла?

Ответ: Китай.

Задание 3. (4 балла)

Этот металл лег в название популярной сказки авторства знаменитого европейского писателя, жившего в XIX веке. Назовите город, в котором жил сказочник, если известно, что это столица его родной страны.

Ответ: Копенгаген.

Задача 2.3.4.4. Сельское хозяйство (8 баллов)**Условие****Задание 1.** (5 баллов)

Эта культура употребляется большинством жителей России каждый день, многими — по несколько раз. Россия входит в топ-10 стран мира по душевому потреблению этой культуры. Тем не менее, в России она выращивается только в Краснодарском крае, а значительная часть импортируется. В магазинах она представлена несколькими «цветами», однако на самом деле каких-либо сортовых различий между этими «цветами» нет, они отличаются только технологией и процессом обработки.

Назовите эту культуру.

Решение

Под «цветами» понимаются черный и зеленый. В Краснодарском крае находятся одни из самых северных в мире производств чая. При ответе на этот вопрос желательно сразу посмотреть следующий, чтобы по возможным странам-производителям подтвердить свою догадку.

Ответ: чай.

Задание 2. (3 балла)

Выберите список стран, все из которых входят в десятку мировых лидеров по производству этой сельскохозяйственной культуры:

- A. Бразилия, Индонезия, Колумбия;
- B. Индия, Малави, США;
- C. Китай, Турция, Шри-Ланка;
- D. Вьетнам, Эфиопия, Кения.

Ответ: C.

Задача 2.3.4.5. Полезные ископаемые (10 баллов)

Условие

Эта силикатная горная порода, благодаря устойчивости и огнеупорности, раньше активно использовалась в строительстве. Из-за своего внешнего вида ее также называют «горной» версией одной технической культуры. В последние десятилетия, однако, из-за вреда здоровью, связанного с использованием этой породы, во многих странах мира ее применение было запрещено или ограничено. В России есть город, который назван по этой горной породе.

Задание 1. (5 баллов)

Назовите эту горную породу.

Решение

В Свердловской области есть город Асбест. Из-за волокнистости асбест иногда сравнивают со льном. Асбест может быть вреден для здоровья. Опасность представляет асbestовая пыль, которая при вдыхании оседает в легких и провоцирует болезни.

Ответ: асбест.

Задание 2. (5 баллов)

Назовите регион, в котором расположен город, названный по этой горной породе.

Ответ: Свердловская область.

Задача 2.3.4.6. Демография (12 баллов)

Условие

Возрастно-половые пирамиды отражают распределение населения по полу и возрасту.

Соотнесите представленные на рис. 2.3.32–2.3.35 пирамиды с демографическими суждениями (для этого не обязательно угадывать конкретную страну). Синим цветом обозначена мужская часть населения, красным — женская.

К каждой пирамиде подходит только одно утверждение.

1. В этой стране стационарная модель воспроизводства населения.
2. В этой стране снижение рождаемости последовало после смены политического режима в 1975 году.
3. В этой стране наблюдается значительный перевес мужчин в населении.
4. В этой стране в последние десятилетия значительно выросли показатели рождаемости.
5. Не считая карликовых государств и зависимых территорий, население этой страны — самое «старое» в мире по медианному возрасту.

6. В этой стране значительный естественный прирост, рождаемость выше уровня простого воспроизводства.

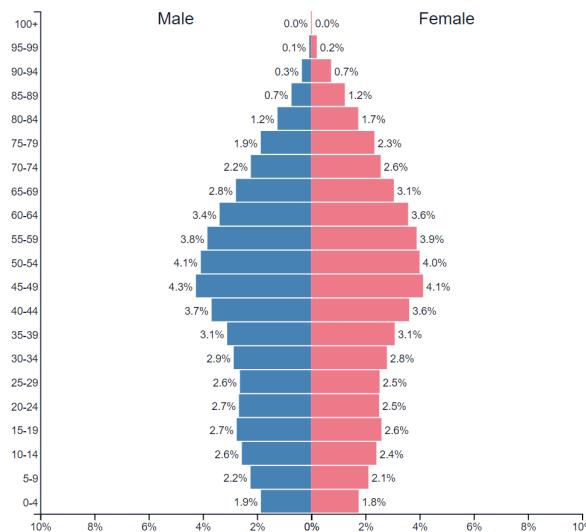


Рис. 2.3.32. Пирамида А.

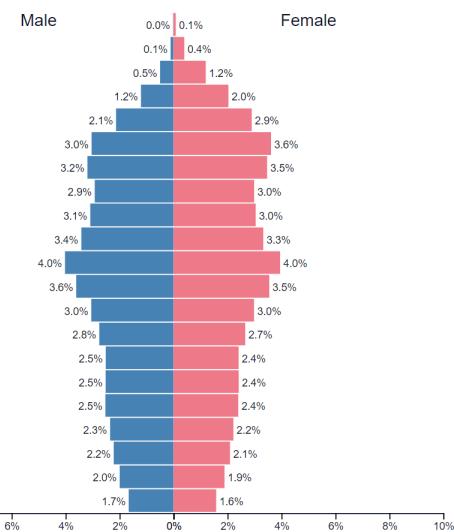


Рис. 2.3.33. Пирамида В.

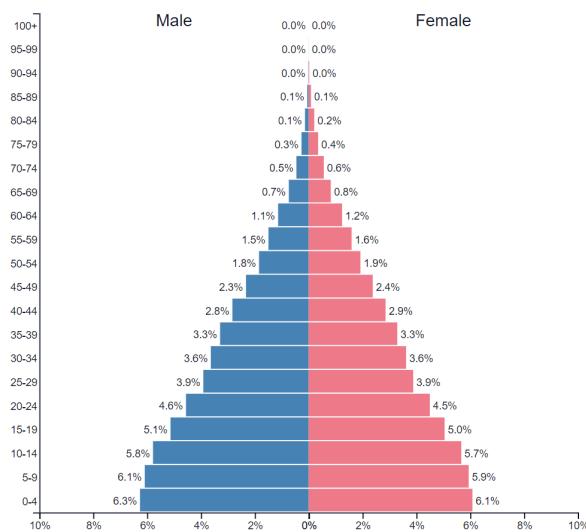


Рис. 2.3.34. Пирамида С.

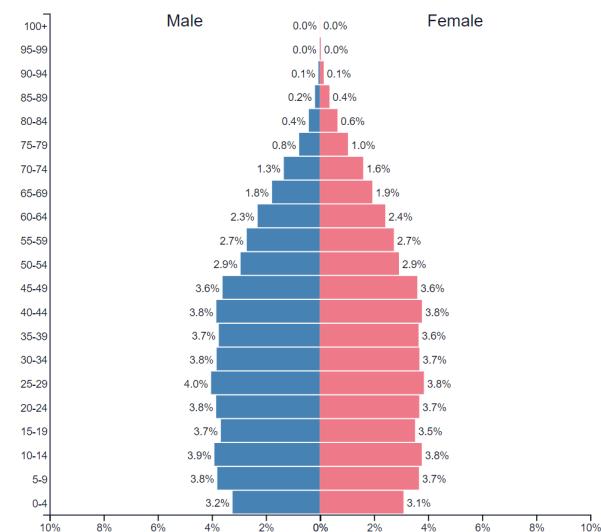


Рис. 2.3.35. Пирамида Д.

Решение

В пирамиде Б угадывается Япония, известная высоким процентом пожилого населения.

Пирамида В — классическая для стран с высоким уровнем рождаемости и не очень высокой продолжительностью жизни.

Пирамида Г характеризуется невысоким естественным приростом, но относительно высокой долей пожилого населения (такие пирамиды характерны, например, для Чили или Австралии).

Ответ: А — 2, В — 5, С — 6, Д — 1.

Задача 2.3.4.7. Дистанционное зондирование земли (12 баллов)

Условие

На нижеприведенных спутниковых изображениях (см. рис. 2.3.36–2.3.37) в синтезе естественных цветов представлены ландшафты, характерные для определенной природной зоны.

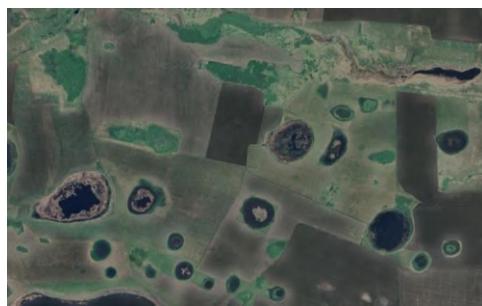


Рис. 2.3.36. Форма рельефа 1

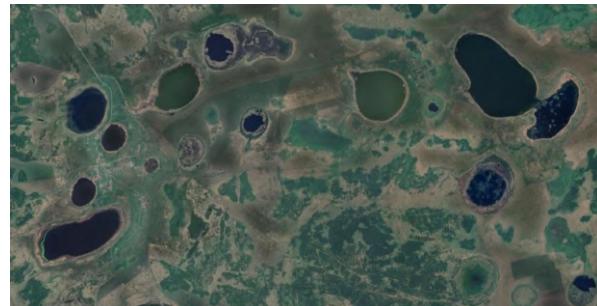


Рис. 2.3.37. Форма рельефа 2

Задание 1. (6 баллов)

Назовите эту природную зону.

- A. лесотундра.
- B. степь.
- C. лесостепь.
- D. равнина.
- E. саванна.

Решение

На снимках видны перелески, а также достаточно насыщенные зеленые оттенки, характерные для средней полосы. Видны и сельскохозяйственные уголья, явно не характерные для тундры. Равнина не является природной зоной. В саванне будут более блеклые оттенки и не будет такого количества озер. Остается вариант — лесостепь.

Ответ: С.

Задание 2. (6 баллов)

Как называются формы рельефа, к которым приурочены водоемы на подобных территориях?

Решение

Степные блюдца — окружные, почти плоские понижения в степной и лесостепной зонах. Диаметр — десятки, реже — сотни метров.

Ответ: поды/степные блюдца/блюдца.

Задача 2.3.4.8. Урбанистика (10 баллов)**Условие****Задание 1. (5 баллов)**

Существует несколько факторов, которые стимулируют фавелизацию ранее благополучных районов или ускоряют этот процесс там, где он уже запущен. Среди перечисленного выберите один из этих факторов.

- A. Закрытие линий магистрального транспорта и разрыв транспортных связей.
- B. Ликвидация троллейбусных маршрутов с последующим покрытием их автобусами и электробусами.
- C. Проведение крупных спортивных соревнований международного уровня.
- D. Нехватка рабочей силы в городе.

Решение

Разрыв транспортных связей способствует разделению районов, росту трущоб в некоторых городах, мешает экономическим связям.

Ответ: A.

Задание 2. (3 балла)

Ложная урбанизация, как правило, характерна для городов с приятным теплым климатом, а также холмистым рельефом (это способствует разделению районов).

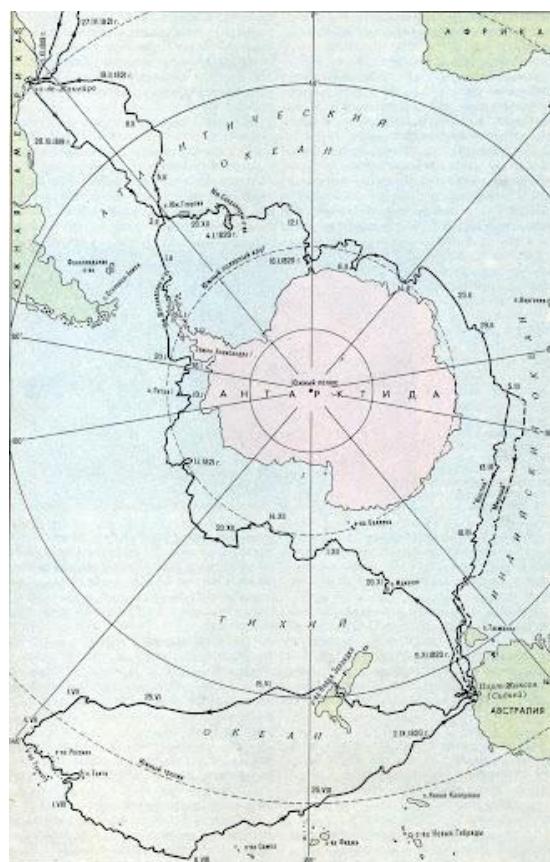
Выберите пункт, в котором все перечисленные города подвержены ложной урбанизации:

- A. Канберра, Бразилиа, Варна;
- B. Мумбаи, Каракас, Лагос;
- C. Бухарест, Кейптаун, Тхимпху;
- D. Пномпень, Оулу, Рио-де-Жанейро.

Ответ: B.

Задача 2.3.4.9. История географических открытий (16 баллов)**Условие**

На карте изображен маршрут экспедиции, совершенной в 1819–1821 годах русскими путешественниками.



Задание 1. (8 баллов) Назовите этих путешественников. Напишите только фамилии путешественников через пробел.

Ответ: Беллинсгаузен Лазарев.

Задание 2. (4 балла) Какой крупный географический объект открыли путешественники?

Ответ: Антарктида.

Задание 3. (4 балла) Маршрут экспедиции, о которой шла речь выше, проходил через крупнейший пролив. Кем по роду деятельности был человек, в честь которого назван этот пролив?

Решение

Речь о Фрэнсисе Дрейке — английском капитане, исследователе и капере.

Ответ: пират/капер/корсар.

2.4. Инженерный тур

Задачи первого этапа инженерного тура открыты для решения. Соревнование доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/66687/enter/>.

Задача 2.4.1. Работа с картами (4 балла)

Тема: изучение топонимов.

Условие

Сколько Шаров можно найти у берегов архипелага Новая Земля?

В качестве ответа укажите количество без пробелов.

Решение

Слово «Шар» заимствовано из финно-угорских языков и у местных народов имело значение «Морской пролив».

Пролив Маточки Шар разделяет о. Северный и о. Южный.

Пролив Костин Шар разделяет о. Южный и о. Междушарий.

Полярная станция Маточкин Шар.

Ответ: 3.

Задача 2.4.2. Перепроектирование координат (10 баллов)

Темы: перепроектирование координат, разграфка и номенклатура топографических карт.

Условие

Даны координаты точки в проекции МСК-83 (7 зона): $X = 1\,226\,978,834$; $Y = 7\,147\,751,886$.

Определите, на какой лист топографической карты масштаба 1:200 000 попадает эта точка.

В качестве ответа укажите номенклатуру листа топографической карты. При записи номенклатуры листа не допускаются пробелы.

Полезная ссылка: http://irkikipedia.ru/content/topograficheskie_karty_razgrafka_i_nomenklatura.

Решение

Разграфка — это система деления карт на отдельные листы, номенклатура — это правила нумерации отдельных листов в рамках разграфки. Разграфка и номенклатура обеспечивают систематизацию отдельных листов топографических карт. Зная координаты объекта и необходимый масштаб, можно определить номер листа.

Чтобы определить, на какой лист топографической карты попадает точка, необходимо рассчитать ее координаты в геодезической системе координат Пулково 1942, так как нарезка топографических карт на листы выполняется по параллелям и меридианам именно этой системы координат.

Пересчет можно выполнить, создав пользовательские проекции.

Согласно принятому подходу к разграфке и номенклатуре топографических карт (2.4.1), заданная точка попадает на лист R-41-XIX, XX.

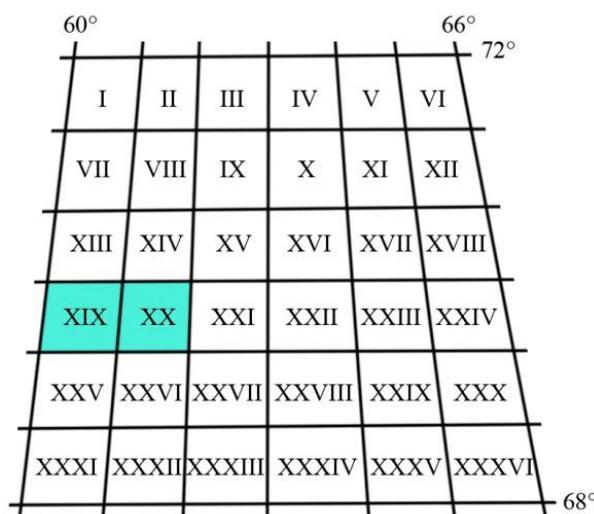


Рис. 2.4.1

Ответ: R-41-XIX, XX.

Задача 2.4.3. Решение навигационных задач (10 баллов)

Тема: проложение маршрута по азимуту и расстоянию.

Условие

Судно начало движение из порта города Мурманска, прошло вниз по Кольскому заливу и вышло в открытое море. Северо-западнее острова Кильдин от точки с координатами 69,401983° с. ш. и 34,041164° в. д. (система координат WGS-84) судно начало двигаться по азимуту 84°, оно прошло 547,8 морских мили (см. таблицу). Изменения направления судна приведены в таблице 2.4.1. После прохождения всех отрезков судно дошло до бухты и встало на рейд.

В качестве ответа запишите название бухты в именительном падеже без пробелов.

Построение линий по азимуту и расстояниям необходимо выполнять в проекции WGS-84 / World Mercator (EPSG:3395). Обратите внимание на то, что эта проекция является конформной при мелких масштабах картографирования, что позволяет использовать ее для решения навигационных задач.

Комментарий: если по вашим расчетам судно пришло в бухту Солнечная, то в качестве ответа нужно указать «Солнечная». Для решения задачи воспользуйтесь плагином *Azimuth and Distance*.

Таблица 2.4.1

Номер отрезка	Азимут, °	Расстояние, морские мили
1	84	547,8
2	83	358,2
3	95	391,5
4	50	1430,9
5	127	480,6
6	95	27

Решение

Решать задачу необходимо по следующему плану:

- Создать слой с точкой, координаты которой указаны в задании. Это можно сделать разными способами, например, через инструмент «добавить слой из текста с разделителями».
- Создать линейный слой в проекции WGS-84 / World Mercator (EPSG:3395).
- Перевести морские мили в метры.
- Запустить плагин *Azimuth and Distance*.
- Каждая строка таблицы — это прямолинейный отрезок маршрута судна. Чтобы выполнить построение этих отрезков, в диалоговом окне инструмента необходимо последовательно вводить следующие параметры:
 - **Starting point** — точка, от которой начинается построение прямолинейного отрезка. Для первого отрезка — это точка из условия, для последующих — конечная точка предыдущего отрезка.
 - **Azimuth** — значение угла из второго столбца таблицы.
 - **Distance** — расстояние из третьего столбца таблицы, переведенное в метры.

Ответ: Слободская.

Задача 2.4.4. Дешифрирование динамики (10 баллов)

Темы: многозональные снимки, синтез цветных изображений, визуальное дешифрирование.

Условие

Покровное оледенение образуется там, где снеговая линия опускается до уровня низменностей. Движение льда, как правило, происходит от центра к периферии со скоростью от нескольких сантиметров до нескольких километров в год. Если край ледника заканчиваются в море, происходит его раскалывание и образование айсбергов.



Рис. 2.4.2. Снимок, полученный 16 августа 1995 года

Даны фрагменты снимков, полученных съемочными системами Landsat (номер миссии определите самостоятельно):

- 16 августа 1995 (ссылка для скачивания: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/1995.rar>);
- 29 августа 2023 (ссылка для скачивания: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/2023.rar>).

Необходимо оценить суммарное изменение площади ледовых языков (1 и 2 на рис. 2.4.2). Боковые ледовые языки в суммарной площади учитывать не нужно. Площадь должна быть рассчитана в проекции UTM.

В качестве ответа запишите суммарную площадь изменений ледовых языков в квадратных километрах с точностью до третьего знака после запятой. Если произошло сокращение площади ледника, поставьте перед значением знак минус «-» без пробела, если произошло увеличение площади, укажите только ее значение без дополнительных знаков.

Решение

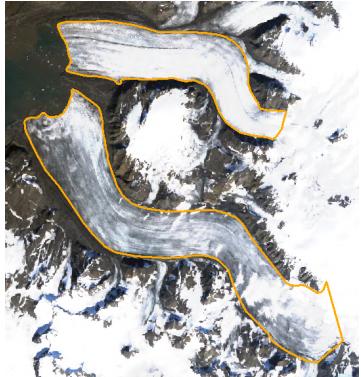
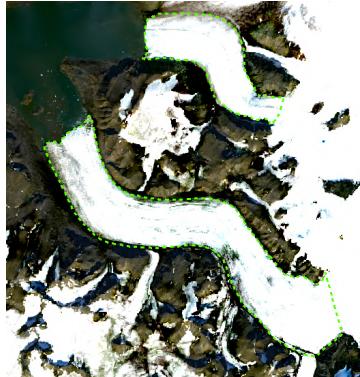
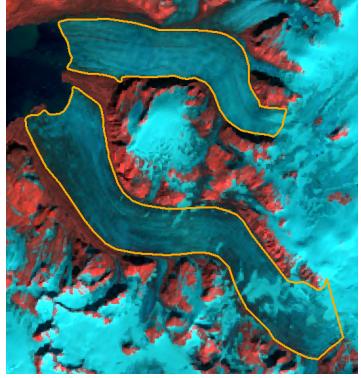
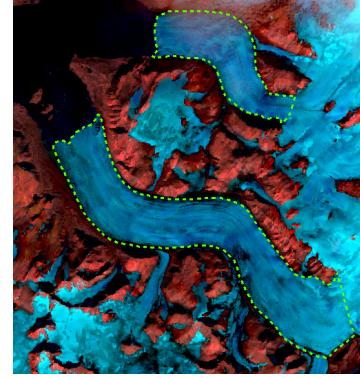
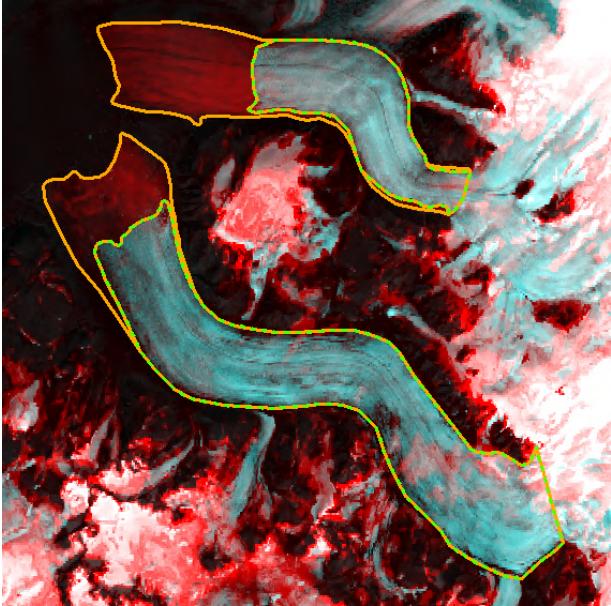
Для корректной векторизации динамики ледовых языков необходимо выполнить синтез цветных изображений.

Исходя из даты съемки, можно сделать вывод о номере миссии, для того чтобы соотнести номер канала и диапазон видимого и ближнего инфракрасного спектров.

В 1995 году снимки получены съемочной системой Landsat-5.

В 2023 году снимки получены съемочной системой Landsat-8,9.

Таблица 2.4.2

Синтез каналов	1995	2023
Красный, зеленый, синий		
Коротковолновый инфракрасный, ближний инфракрасный, красный		
Синтез разновременных снимков (синий канал)		

Ответ: $-32,612 \pm 0,5$.

Задача 2.4.5. Дешифрирование радиолокационных снимков (10 баллов)

Тема: дешифрирование радиолокационных снимков.

Условие

Дан фрагмент снимка (рис. 2.4.3), полученного съемочной системой Sentinel-1 14 августа 2024, и его описание. Необходимо заполнить пробелы или определить, какой цифрой на снимке отмечен описываемый объект.

За каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильные ответы баллы не вычтутся.

«На снимок попадают острова архипелага А (заполнить самостоятельно). Акватория Б (заполните самостоятельно) моря, которая отображена на снимке, практически полностью свободна ото льда, небольшие по площади ледовые поля В (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке) есть в проливе между островами архипелага. В акватории моря Г (заполните самостоятельно) дешифрируются разреженные и редкие льды Д (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке).

Дешифрируются области ветрового волнения Е (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке) и области штиля Ж (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке).

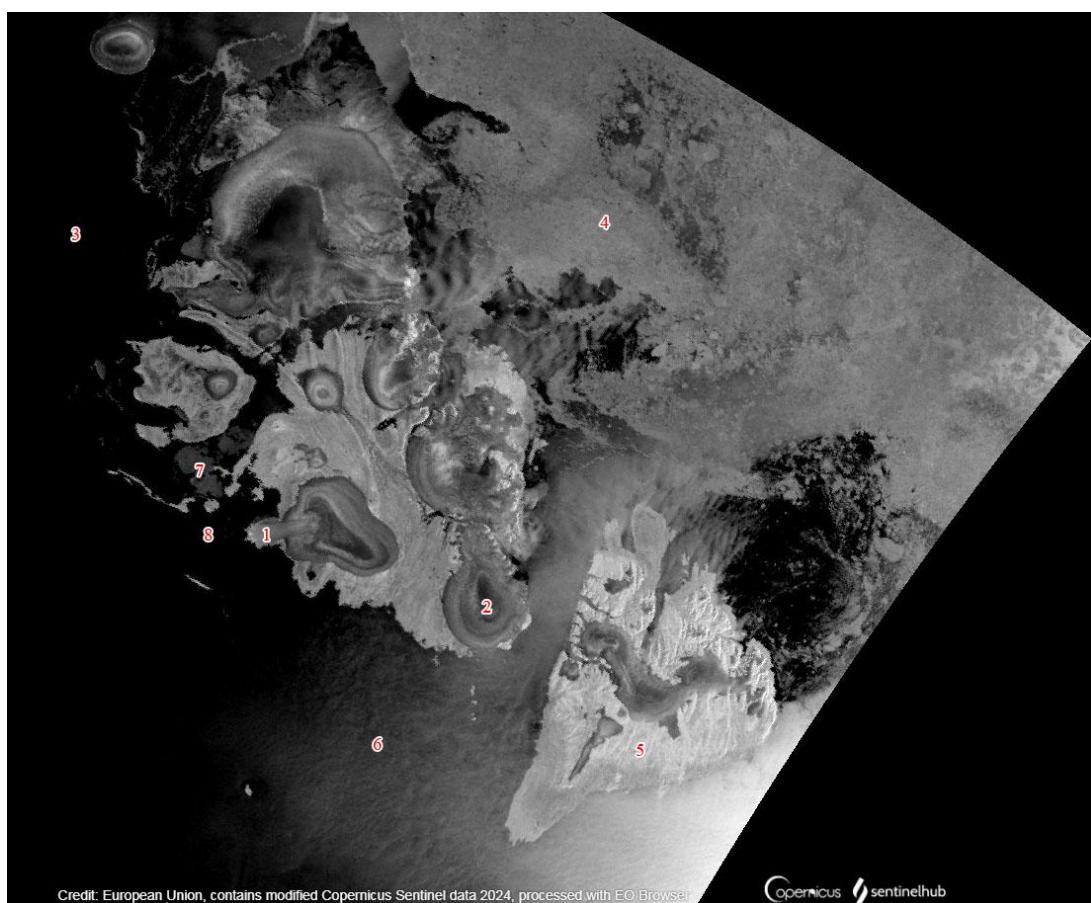


Рис. 2.4.3. Фрагмент космического снимка

Скопление айсбергов З (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке) спровоцировано сходом покровного ледника И (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке).

Визуально определяются покровные ледники К (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке) и области, свободные ото льда и снега Л (выберите цифру, которая соответствует описываемому объекту на снимке)».

Решение

- A. Из задачи следует, что на снимке представлены острова архипелага. Они имеют достаточно большую площадь, так как занимают всю сцену. В августе на окружающей острова акватории еще есть лед. При сопоставлении снимка с любыми доступными картографическими материалами можно сделать вывод о том, что на нем отображены острова архипелага Северная Земля, берега которых выходят к Карскому морю и морю Лаптевых (2.4.4).
- B. Яркость объектов на радиолокационных снимках определяется их шероховатостью, геометрией и диэлектрической проницаемостью. Области штиля на море имеют свойства гладкой поверхности, которая провоцирует зеркальное отражение радиоволн в сторону, противоположную радиоприемнику, за счет чего они имеют минимальную яркость (черный цвет) на снимке. Ветровое волнение на радиолокационном снимке проявляется как чередование светлых и темных полос.



Рис. 2.4.4. Фрагмент карты

- C. Выполнить дешифрирование покровного оледенения и территорий острова, которые свободны ото льда, можно, сопоставив иллюстрацию со снимками на доступных веб-картографических сервисах.
- D. По условию известно, что сход покровного ледника спровоцировал образование айсбергов, поэтому можно сделать вывод о том, что край ледника доходит до моря, где происходит образование айсбергов за счет разрушения льда.
- E. Определить, где на сцене небольшие по площади ледовые поля и разреженные и редкие льды, можно по яркости, рисунку на снимке, а также исходя

из описания в задаче. Известно, что небольшие ледовые поля зафиксированы в акватории, практически полностью свободной ото льда, это акватория Карского моря.

Ответ: А — Северная Земля (1 балл), Б — Карского (1 балл), В — 7 (1 балл), Г — Лаптевых (1 балл), Д — 4 (1 балл), Е — 6 (1 балл), Ж — 3 (1 балл), З — 8 (1 балл), И — 1 (1 балл), К — 2 (1 балл), Л — 5 (1 балл).

Задача 2.4.6. Написание программы для расчета индекса NDWI (10 баллов)

Тема: автоматизированный расчет индекса NDWI.

Условие

Индексные изображения широко применяются для классификации отображенных на оптических снимках объектов и изучения их состояния. Для выявления водоемов на снимках может быть использован нормализованный разностный водный индекс (NDWI).

На языке Python напишите программный код для расчета индекса NDWI для фрагмента спутникового снимка, полученного съемочной системой Sentinel-2.

Расчет индекса NDWI должен выполняться согласно формуле (2.4.1):

$$\text{NDWI} = \frac{(\text{Green} - \text{NIR})}{(\text{Green} + \text{NIR})}, \quad (2.4.1)$$

где Green — зеленый канал снимка (Band 3), NIR — ближний инфракрасный канал снимка (Band 8).

Входные данные и функциональные требования

Каналы фрагмента снимка, для которого выполняется расчет индекса, хранятся в zip-архиве `images.zip`. Каждый канал сохранен в файл формата TIFF с расширением `*.tiff` (тип данных `Byte` — 8-битное беззнаковое целое). При этом название файла оканчивается цифрой, соответствующей номеру содержащегося в файле канала (например, файл с названием `Channel_3.tiff` будет содержать третий канал снимка).

На вход программы передается путь к zip-архиву `images.zip`. Архив может содержать как нужные, так и не нужные для расчета индекса NDWI каналы снимка. Кроме того, необходимые для расчета каналы могут отсутствовать в zip-архиве. Если zip-архив не содержит необходимые для расчета индекса NDWI каналы (один или оба), программа должна вывести в консоль число 999.99 (разделитель целой и дробной части — точка) и завершить работу.

Если zip-архив содержит необходимые для расчета индекса NDWI каналы, для фрагмента снимка должен быть выполнен расчет индекса NDWI, после чего должно быть найдено его среднее значение. Среднее значение индекса, округленное до сотых, должно быть выведено в консоль (разделитель целой и дробной части — точка), после чего программа должна завершить работу.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import numpy as np
2 from PIL import Image
3 from numpy import asarray
4 from zipfile import ZipFile
5 import os
6
7 channel3 = ""
8 channel8 = ""
9
10 ZipFile("images.zip").extractall("images")
11
12 for file in os.listdir("D:/imp/images"):
13     filename = os.fsdecode(file)
14     if filename.endswith("3.tiff"):
15         channel3 = "./images/" + filename
16     if filename.endswith("8.tiff"):
17         channel8 = "./images/" + filename
18
19
20 if (channel3 == "" or channel8 == ""):
21     print(999.99)
22 else:
23     img3 = Image.open(channel3)
24     img8 = Image.open(channel8)
25
26     img3data = asarray(img3)
27     img8data = asarray(img8)
28
29     divisible = np.subtract(img3data, img8data, dtype = np.float64)
30     divider = np.add(img3data, img8data, dtype = np.float64)
31     ndwi = np.divide(divisible, divider, dtype = np.float64)
32
33     print(np.round(np.mean(ndwi), 2))

```

Ответ: –0,65. Данные, используемые для проверки: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/data>.

Задача 2.4.7. Написание программы для автоматизированного демаркирования водных объектов (10 баллов)

Тема: автоматизированный расчет индекса NDWI.

Условие

Автоматизированное определение границ водной поверхности на спутниковом снимке может быть выполнено путем пороговой обработки индексного изображения. В результате на его основе формируется бинарная маска — растр, ячейки которого содержат только два различных значения (например, 0 либо 1). В процессе пороговой обработки значение каждого пикселя изображения сравнивается с пороговым значением, после чего пиксели присваиваются новое значение (например, 0 для пикселей, значения которых ниже порогового, и 1 для всех остальных).

В рамках данной задачи необходимо написать программный код для формирования бинарной маски на основе растра, полученного в результате расчета индекса NDWI для фрагмента снимка. В качестве порогового значения установите значение $-0,5$ (пиксели, значения которых больше или равны пороговому, соответствуют водной поверхности). Ячейкам растра, в границах которых находится водная поверхность, при формировании маски должно быть присвоено значение 1, всем остальным — значение 0.

Входные данные и функциональные требования

Дан растр, полученный в результате расчета индекса NDWI для фрагмента спутникового снимка. Растр сохранен в файл `NDWI.tiff` (формат TIFF, тип данных `Float32` — 32-битное с плавающей точкой). Путь к растру `NDWI.tiff` передается на вход программы. На основе данного растра необходимо сформировать бинарную маску, выполнив классификацию пикселей на основе их значений. Количество пикселей бинарной маски, имеющих значение 0, должно быть выведено в консоль, после чего программа должна завершить работу.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import numpy as np
2 from PIL import Image
3 from numpy import array
4
5 ndwiImg = Image.open("NDWI.tiff")
6 ndwiData = asarray(ndwiImg)
7 watermask = np.where(ndwi >= -0.5, 1, 0)
8 print(np.count_nonzero(watermask == 0))

```

Ответ: 17938. Данные, используемые для проверки: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/data>.

Задача 2.4.8. Написание программы для автоматизированного расчета площади водных объектов (10 баллов)

Тема: *автоматизированный расчет площади объектов.*

Условие

Необходимо написать программный код для расчета площади водной поверхности на фрагменте снимка с использованием бинарной маски водной поверхности. Ячейки бинарной маски, в границах которых находится водная поверхность, содержат значение 1, все остальные — 0.

Входные данные и функциональные требования

Дан растр, полученный в результате формирования бинарной маски на основе индексного изображения. Растр сохранен в файл `watermask.tiff` (формат TIFF, тип данных `Int32` — 32-битное целое со знаком). Путь к раству `watermask.tiff` передается на вход программы. На основе растра `watermask.tiff` программа должна выполнить расчет площади водной поверхности (расчет площади выполняется в проекции снимка, на основе которого была сформирована маска). Значение площади в квадратных километрах, округленное до сотых, должно быть выведено в консоль (разделитель целой и дробной части — точка), после чего программа должна завершить работу.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import numpy as np
2 from PIL import Image
3 from numpy import array
4
5 watermaskImg = Image.open("watermask.tiff")
6 watermaskData = asarray(watermaskImg)
7 print(np.round(np.count_nonzero(watermaskData == 1) / 10000, 2))

```

Ответ: 0,29. Данные, используемые для проверки: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/data>.

Задача 2.4.9. Написание программы для автоматизированного дешифрирования мутности приповерхностных вод (15 баллов)

Тема: автоматизированный расчет индекса NDTI.

Условие

Уменьшение прозрачности воды в связи с наличием органических и неорганических взвешенных веществ характеризует нормализованный разностный индекс мутности (NDTI). Значения этого индекса колеблются в диапазоне от -1 до 1 , — чем выше значение, тем более вода мутная.

Необходимо написать программный код для расчета соотношения площади замутненных и незамутненных приповерхностных вод в границах фрагмента снимка. Определение того, является ли вода мутной, должно осуществляться на основе индекса NDTI. Мутной воде на индексном изображении соответствуют пиксели с положительными значениями. Для определения границ водной поверхности на фрагменте снимка должна использоваться бинарная маска водной поверхности.

Индекса NDTI рассчитывается по формуле (2.4.2):

$$\text{NDTI} = \frac{(\text{Red} - \text{Green})}{(\text{Red} + \text{Green})}, \quad (2.4.2)$$

где Red — красный канал снимка (Band 4), Green — зеленый канал снимка (Band 3).

Входные данные и функциональные требования

Каналы фрагмента снимка, для которого выполняется расчет индекса, хранятся в zip-архиве `images2.zip`. Каждый канал сохранен в файл формата TIFF с расширением `*.tiff` (тип данных `Byte` — 8-битное беззнаковое целое). При этом название файла оканчивается цифрой, соответствующей номеру содержащегося в файле канала (например, файл с названием `Channel_3.tiff` будет содержать третий канал снимка). Кроме того, zip-архив содержит бинарную маску водной поверхности, сохраненную в файл `watermask.tiff` (формат TIFF, тип данных `Int32` — 32-битное целое со знаком). Ячейки бинарной маски, в границах которых находится водная поверхность, содержат значение 1, все остальные — 0.

На вход программы передается путь к zip-архиву `images2.zip`. Архив может содержать как нужные, так и ненужные для расчета индекса NDTI каналы снимка. Кроме того, необходимые для расчета каналы могут отсутствовать в zip-архиве. Если zip-архив не содержит необходимые для расчета индекса NDTI каналы (один или оба), программа должна вывести в консоль число 999.99 (разделитель целой и дробной части — точка) и завершить работу.

Программа должна выполнить расчет соотношения площади замутненных приповерхностных вод на фрагменте снимка к площади незамутненных вод (расчет площади выполняется в проекции снимка). Полученное значение, округленное до тысячных, должно быть выведено в консоль (разделитель целой и дробной части — точка), после чего программа должна завершить работу.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import numpy as np
2 from PIL import Image
3 from numpy import asarray
4 from zipfile import ZipFile
5 import os
6
7 channel3 = ""
8 channel4 = ""
9
10 watermaskImg = Image.open("watermask.tiff")
11 watermaskData = asarray(watermaskImg)
12
13 ZipFile("images2.zip").extractall("images2")
14
15 for file in os.listdir("./images2"):
16     filename = os.fsdecode(file)
17     if filename.endswith("3.tiff"):
18         channel3 = "./images2/" + filename
19     if filename.endswith("4.tiff"):
20         channel4 = "./images2/" + filename
21

```

```
22 if (channel3 == "" or channel4 == ""):  
23     print(999.99)  
24 else:  
25     img3 = Image.open(channel3)  
26     img4 = Image.open(channel4)  
27  
28     img3data = asarray(img3)  
29     img4data = asarray(img4)  
30  
31     divisible = np.subtract(img4data, img3data, dtype = np.float64)  
32     divider = np.add(img4data, img3data, dtype = np.float64)  
33     ndti = np.divide(divisible, divider, dtype = np.float64)  
34     ndti_cut = np.multiply(watermaskData, ndti)  
35  
36     clearWaterArea = np.count_nonzero(watermaskData == 1)  
37     muddyWaterArea = np.count_nonzero(ndti_cut > 0)  
38  
39     print(np.round(muddyWaterArea/clearWaterArea, 3))
```

Ответ: 0,284. Данные, используемые для проверки: <https://disk.yandex.ru/d/7w8dg4f5ZxCkjQ/data>.

3. Второй отборочный этап

3.1. Работа наставника НТО на этапе

На втором отборочном этапе НТО участникам предстоит решать как индивидуальные, так и командные задачи в рамках выбранного профиля. Подготовка к этому этапу требует от них не только глубокого понимания предметной области, но и умения работать в команде, эффективно распределять роли и применять полученные знания на практике. Наставник играет здесь важную роль — он помогает участникам выстроить осмысленную и целенаправленную траекторию подготовки.

Вот основные направления, в которых наставник может поддержать участника:

- **Подготовка по образовательным программам НТО.** Наставник может готовить участников, используя готовые образовательные программы по технологическим направлениям, рекомендованные организаторами, а также адаптировать их под уровень подготовки школьников.
- **Разбор заданий прошлых лет.** Изучение задач второго отборочного этапа прошлых лет помогает участникам понять формат заданий, определить типовые ошибки и выработать стратегии решения.
- **Онлайн-курсы.** Участники могут пройти курсы по разбору задач прошлых лет или курсы, рекомендованные разработчиками отдельных профилей. Наставник может включить эти курсы в план подготовки, а также сопровождать процесс изучения и помогать с возникшими вопросами.
- **Анализ материалов профиля.** Совместный разбор методических материалов, размещенных на страницах профилей, помогает уточнить требования к участникам и направить подготовку на ключевые темы.
- **Практикумы.** Это важный элемент подготовки, позволяющий применять знания на практике. Наставник может:
 - ◊ организовать практикумы по методическим материалам с сайта профиля;
 - ◊ декомпозировать задачи заключительного этапа прошлых лет на отдельные элементы и проработать их с участниками;
 - ◊ провести анализ требуемых профессиональных компетенций и спланировать занятия для развития наиболее значимых из них;
 - ◊ направить участников на практикумы и мероприятия от организаторов, которые анонсируются в официальных сообществах НТО, например, в телеграм-канале для наставников: https://t.me/kruzhok_association.
- **Командная работа.** Одной из ключевых задач наставника на втором этапе является помочь в формировании команды или в поиске подходящей. Наставник может помочь участникам определить их сильные стороны, выбрать роль в команде и сориентироваться в процессе командообразования, включая участие в бирже команд в рамках конкретного профиля.

Если участники не прошли отборочный этап

Случается, что несмотря на усилия и серьезную подготовку, участники не проходят во второй или заключительный этап Олимпиады. В такой ситуации особенно важна поддержка наставника.

- **Поддержка и признание усилий.** Наставнику важно подчеркнуть ценность пройденного пути: полученные знания, навыки, преодоленные трудности и личностный рост. Это помогает участникам сохранить мотивацию и не воспринимать результат как окончательное поражение.
- **Рефлексия.** Полезно организовать встречу для обсуждения впечатления от участия, трудности, с которыми столкнулись школьники и то, что они узнали о себе и команде. Наставник может направить разговор в конструктивное русло: какие выводы можно сделать? Что сработало хорошо? Что можно улучшить?
- **Анализ ошибок и пробелов.** Наставник вместе с участниками анализирует, какие темы вызвали наибольшие затруднения, чего не хватило в подготовке — теоретических знаний, практических навыков, командного взаимодействия. Это позволяет выстроить более эффективную стратегию на будущее.
- **Планирование дальнейшего пути.** Участникам можно предложить:
 - ◊ продолжить углубленное изучение профиля или смежных направлений;
 - ◊ заняться проектной деятельностью, которая укрепит знания и навыки;
 - ◊ сформировать план по подготовке к следующему циклу НТО, начиная с работы над типовыми заданиями и курсами.
- **Создание устойчивой мотивации.** Важно показать школьникам, что участие в НТО — это не просто соревнование, а часть большого образовательного маршрута. Даже неудачный результат может стать толчком к профессиональному росту, если воспринимать его как точку развития, а не как конец пути.

Таким образом, наставник помогает участникам не только готовиться к этапам НТО, но и справляться с неудачами, выстраивать долгосрочную стратегию и сохранять интерес к инженерному и технологическому творчеству.

3.2. Инженерный тур

Северный морской путь (СМП) — кратчайшая морская трасса между Европейской частью России и Дальним Востоком, важнейший транспортный коридор национального и мирового значения. В 2022 году был утвержден план развития Северного морского пути до 2035 года, цель которого — обеспечить надежную и безопасную перевозку грузов и товаров для людей, живущих в районах Крайнего Севера, а также создать условия для реализации инвестиционных проектов в Арктической зоне страны.

Моря, по которым проходит СМП, отличаются суровым климатом и сложными ледовыми условиями, от которых зависит безопасность навигации.

В рамках второго этапа участники решают задачи ледового и экологического мониторинга северных морей.

3.2.1. Индивидуальные задачи

Задача 3.2.1.1. Привязка растров (10 баллов)

Темы: картографические проекции, разграфка и номенклатура топографических карт.

Условие

Дан один кадр аэрофотосъемки, он получен 7 сентября 1991 года и охватывает территорию площадью около 18 км²: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/1>.

Этот кадр попадает на лист топографической карты масштаба 1 : 200 000, номенклатура которого R-45-XXIX, XXX.

Выполните привязку кадра аэрофотосъемки. В качестве ответа укажите координаты центра кадра после его привязки в проекции UTM.

Решение

Решать задачу необходимо по следующему плану:

- A. определить границу территории,ображенную на топографической карте, номенклатура которой R-45-XXIX, XXX;
- B. внутри границ, определенных на первом шаге, найти территорию, которая запечатлена на кадре;
- C. скачать космический снимок, дата получения которого наиболее близка к дате получения аэрофотоснимка; это снимок, полученный съемочной системой Landsat-5 31 августа 1991 года;
- D. осуществить привязку кадра к скаченному снимку;

Е. вычислить координаты центра кадра после привязки.

Ответ: $X = 605\,784$; $Y = 7\,629\,653$.

Критерии оценивания

Если введенные в ответе координаты удалены от эталонных координат не более, чем на 30 м, участнику присуждается 10 баллов.

Более, чем на 30 м, но менее, чем на 60 м — 8 баллов.

Более, чем на 60 м, но менее, чем на 90 — 6 баллов.

В прочих случаях — 0 баллов.

Задача 3.2.1.2. Дешифрирование радиолокационного снимка (20 баллов)

Темы: дешифрирование, активный метод съемки.

Задание 1. Дешифрирование судов (5 баллов)

Условие

Дан радиолокационный снимок: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/2>.

Выполните его предварительную обработку, которая включает фильтрацию спектрального шума, радиометрическую калибровку, геокодирование и ортотрансформирование.

В качестве ответа укажите, сколько судов находилось в море в момент съемки. Суда, стоящие на рейде в портах или на удалении менее 1 км от берега, учитывать не нужно.

Решение

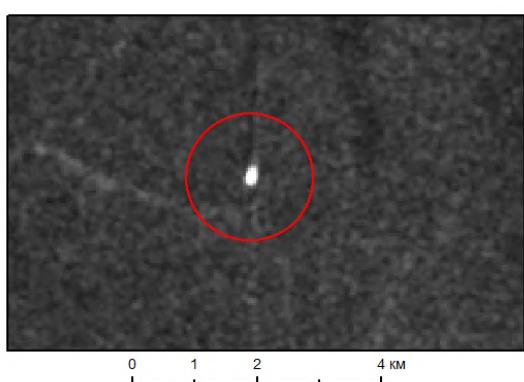


Рис. 3.2.1. Судно на радиолокационном снимке

Визуально суда однозначно дешифрируются на радиолокационных снимках. Металлические конструкции усиливают отраженные радиоволны, поэтому они являются наиболее яркими объектами на снимке (рис. 3.2.1).

Ответ: 8.

Критерии оценивания

При каждой последующей попытке загрузки ответа присуждаемый балл снижается на 1.

Задание 2. Дешифрирование типов льда (15 баллов)

Условие

Дан радиолокационный снимок и векторный слой, который содержит границы исследования: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/2>.

Внутри границы исследования на акватории Обской губы в момент съемки можно выделить:

- открытую воду,
- припай (однолетний лед средней толщины),
- однолетний тонкий лед,
- однолетний тающий лед.

Создайте векторный полигональный слой, в котором должен быть отображен припай. Считайте, что припай примыкает к берегу даже в том случае, когда дешифрируется полоса открытой воды между береговой линией и кромкой льда.

Векторный слой должен быть создан для последующего оформления карты масштаба 1 : 200 000 в проекции UTM, в формате шейп-файла (.shp).

В качестве ответа укажите площадь припая в квадратных километрах с точностью до третьего знака после запятой, а также прикрепите полученный векторный слой. Площадь рассчитайте с помощью функции \$area.

Точность расчета площади припая зависит от точности векторизации береговой линии. Точность векторизации береговой линии полуострова определяется масштабом будущей карты. Таким образом, острова с линейными размерами менее 1 км должны быть исключены из рассмотрения береговой линии.

Внимательно следите за тем, чтобы к решению были прикреплены все файлы, необходимые для открытия векторного слоя. Если при проверке будет невозможно открыть векторный файл, задача может быть оценена в 0 баллов.

Решение

Решать задачу необходимо по следующему плану:

1. Выполнить предварительную обработку радиолокационного снимка в программной среде SNAP, экспортовать два растра (результаты

съемки территории электромагнитными волнами разной поляризации) в формат .geotiff.

2. Выполнить дешифрирование береговой линии. В качестве дополнительной информации необходимо использовать многозональные снимки, дата которых близка к дате исходного снимка. Важно, чтобы вся исследуемая территория попадала на одну сцену. Оптимально для дешифрирования береговой зоны использовать цветное изображение, синтезированное в натуральных цветах и ближний инфракрасный канал, в котором вода имеет минимальные значения яркости. На рис. 3.2.2 представлен фрагмент снимка (поляризация НН), желтой линией показана векторизованная береговая линия.

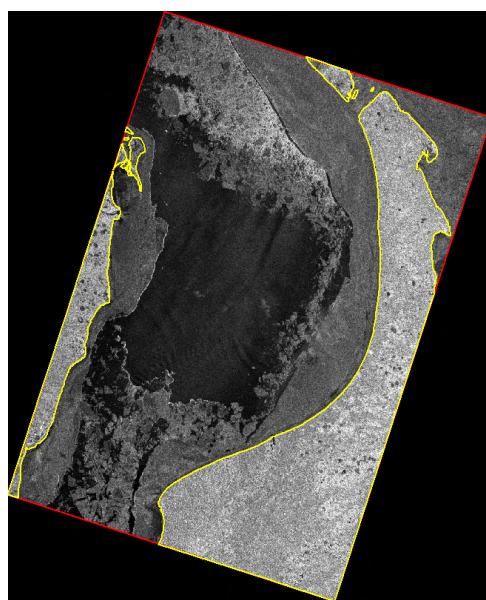


Рис. 3.2.2. Фрагмент радиолокационного снимка

3. Векторизация припая.

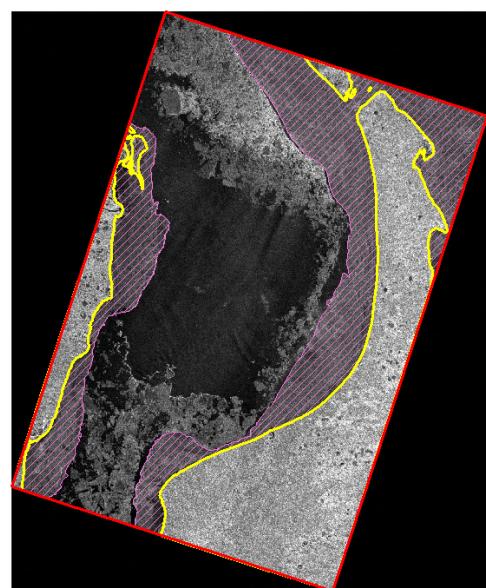


Рис. 3.2.3. Фрагмент радиолокационного снимка, на котором желтым цветом показана береговая линия, штриховкой — припай

Припай — неподвижный морской лед вдоль берега. На снимках в радиолокационном диапазоне имеет достаточно однородную структуру. Для векторизации границ припая (рис. 3.2.3) необходимо использовать растр, полученный при согласованной горизонтальной (НН) поляризации электромагнитных волн.

Ответ: 3630,350.

Критерии оценивания

- При совпадении векторного слоя участника с эталонным на 90–100% — участнику присуждается 15 баллов.
- При совпадении на 80–90% — 12 баллов.
- При совпадении на 70–80% — 9 баллов.

Задача 3.2.1.3. Расчет температур с использованием тепловых изображений (10 баллов)

Темы: яркостная температура, Landsat-9.

Условие

Данные тепловой съемки применяются для решения широкого круга задач, в число которых входит: изучение пространственно-временного распределения температур земной поверхности и поверхности океана, исследование состояния атмосферы, обнаружение очагов возгорания, наблюдение за вулканической активностью, выявление загрязнения водоемов сточными водами и пр.

Выполните обработку теплового канала снимка, полученного съемочной системой Landsat 9. Для возможности изучения распределения температур безразмерные нормализованные значения пикселей теплового канала (Digital Number/DN) должны быть преобразованы в значения температуры.

Напишите программный код на языке Python для преобразования значений пикселей теплового канала из безразмерных нормализованных значений в значения температуры в градусах Цельсия. Преобразование выполняется в два этапа:

- А. пересчет значений пикселей в значения спектральной энергетической яркости (TOA Radiance);
- Б. пересчет значений пикселей в значения яркостной температуры на верхней границе атмосферы (Top of Atmosphere Brightness Temperature).

Формулы для пересчета приведены по ссылке: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/using-usgs-landsat-level-1-data-product> (pdf-копия веб-страницы: https://disk.yandex.ru/i/s6YWs7Rk2_UT1g).

Константы, используемые в формулах, должны автоматически считываться программой из метаданных снимка.

Формат входных данных

Входные данные (фрагмент теплового канала, преобразованный в одномерный массив значений пикселей, и текстовые метаданные, преобразованные в формат `base64`) записаны в `json`-структуру. Полученная структура подается на вход программе в потоке `stdin`.

`Json`-структура может содержать различные пары `ключ: значение`, среди которых в обязательном порядке должны быть следующие:

- **ключ — MTL:** значение — строка, полученная в результате преобразования текстового файла метаданных в формат `base64`;
- **ключ — B10:** значение — одномерный массив чисел, сформированный на основе фрагмента теплового канала снимка (тип данных исходного растра сохранен).

Если подаваемая на вход программе `json`-структура не содержит одну или обе из приведенных выше пар `ключ: значение`, программа должна записать в поток `stdout` строку «999.99» и завершить работу.

Если структура содержит обе необходимые пары `ключ: значение`, должен быть выполнен пересчет значений пикселей в значения температуры. После завершения пересчета программа должна записать в поток `stdout` максимальное значение температуры на фрагменте изображения в градусах Цельсия, округленное до сотых (разделитель целой и дробной части — точка), и завершить работу.

Примеры `json`-структур, подаваемых на вход программе:

```
1 {"MTL": "R1JPVVAgPSBMQU5EU0FUX01FVEFE", "B10": [21374, 21385, 21405,
→ 21437, 21467, 21482, 21495, 21524, 21563, 21608, 21650, 21686]}
```

```
1 {"information": "text", "MTL": "R1JPVVAgPSBMQU5EU0FUX01FVEFE",
→ "B10": [21374, 21385, 21405, 21437, 21467, 21482, 21495, 21524,
→ 21563, 21608, 21650, 21686]}
```

```
1 { "B10": [21374, 21385, 21405, 21437, 21467, 21482, 21495, 21524,
→ 21563, 21608, 21650, 21686]}
```

Чтение данных из потока `stdin` должно быть выполнено следующим образом:

```
1 input_data = json.loads(sys.stdin.getvalue())
```

Запись данных в поток `stdout` должна быть выполнена следующим образом:

```
1 sys.stdout.write('some text')
```

Пример исходных данных (тепловой канал снимка, текстовый файл метаданных и сформированную на их основе `json`-строктуру) можно загрузить по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/3>.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import base64
2 import json
3 import sys
4 import array
5 import math
6
7 ML = -1
8 AL = -1
9 K1 = -1
10 K2 = -1
11 input_data = json.loads(sys.stdin.getvalue())
12 try:
13     decoded_str = base64.b64decode(input_data['MTL']).splitlines()
14     data = array.array('f', input_data['B10'])
15     for line1 in decoded_str:
16         line = str(line1)
17         if 'RADIANCE_MULT_BAND_10' in line:
18             ML = float(line.replace(' ', '').rstrip('"').split('=')[1])
19         if 'RADIANCE_ADD_BAND_10' in line:
20             AL = float(line.replace(' ', '').rstrip('"').split('=')[1])
21         if 'K1_CONSTANT_BAND_10' in line:
22             K1 = float(line.replace(' ', '').rstrip('"').split('=')[1])
23         if 'K2_CONSTANT_BAND_10' in line:
24             K2 = float(line.replace(' ', '').rstrip('"').split('=')[1])
25     if ML != -1 and AL != -1 and K1 != -1 and K2 != -1:
26         data = array.array('f', input_data['B10'])
27         TOA = [item * ML for item in data]
28         TOA = [item + AL for item in TOA]
29         divider = [K1 / item for item in TOA]
30         divider = [item + 1.0 for item in divider]
31         divider = [math.log(item) for item in divider]
32         T = [K2 / item for item in divider]
33         sys.stdout.write(f"{round(max(T) - 273.15, 2):.2f} ")
34 except:
35     sys.stdout.write('999.99')

```

Тесты

Пример тестовых данных: https://disk.yandex.ru/d/MjNUA-IS_w_qMA.

Ответ: 17.44.

Задача 3.2.1.4. Определение местоположения объекта (10 баллов)

Тема: географические координаты.

Условие

Человек наблюдал объект 25 апреля 2024 года в истинный полдень, разница времени наблюдения и времени по Гринвичскому меридиану составляла 5 ч 3 мин и 5,3 с. Объект находится на территории Российской Федерации.

Высота объекта 32 м, длина тени от объекта, отбрасываемой на горизонтальную плоскость, в момент наблюдения была равной 55,2677 м.

Определите, что это за объект и укажите его название.

Для решения задачи необходимо пренебречь неравномерностью орбитального движения Земли.

Промежуточные расчеты необходимо выполнять с точностью до шестого знака.

Если название состоит из нескольких слов, начиная со второго слова они должны быть введены через пробел. При записи названия объекта запрещено использовать заглавные буквы.

Решение

Долготу объекта можно найти по разнице местного и Гринвичского времени. За один час Земля делает поворот на 15° . Чтобы установить долготу объекта, необходимо разницу во времени перевести в градусную меру двугранного угла, который образован плоскостью Гринвичского меридиана и плоскостью меридиана, проходящего через объект.

5 ч соответствует 75° .

3 мин 5,3 с перевести в градусную меру с помощью пропорции:

$$\begin{aligned} 15^\circ &= 3600 \text{ с}, \\ x &= 185,3 \text{ с}. \end{aligned}$$

Долгота: 75,772 083.

Для расчета широты можно использовать упрощенную формулу:

$$BC = 90 - \phi + C \cdot \sin \left(N \cdot \left(\frac{360}{366} \right) \right),$$

где:

- BC — высота Солнца в истинный полдень;
- ϕ — широта;
- C — угол наклона эклиптики к экватору $23^\circ 27'$ (23,45);
- N — порядковый номер дня наблюдения минус порядковый номер дня весеннего равноденствия.

Длина тени:

$$L = \frac{h}{\operatorname{tg}(BC)},$$

где h — высота объекта, L — длина тени.

Высота Солнца в момент наблюдения: 30,070 841.

Порядковый номер даты наблюдения: 116.

Порядковый номер дня весеннего равноденствия (в 2024 г. 20 марта): 80.

$N = 36$.

Широта:

$$\phi = 90 - 30,070\,841 + 23,45 \cdot \sin \left(36 \cdot \left(\frac{360}{366} \right) \right) = 90 - 30,070\,841 + 13,587\,422 = 73,516\,581.$$

Широта: 73,516 581.

Ответ: маяк вилькицкого.

Критерии оценивания

При каждой последующей попытке загрузки ответа присуждаемый балл снижается на 1.

Задача 3.2.1.5. Дешифрирование нефтяных загрязнений морской поверхности по радиолокационным снимкам (10 баллов)

Тема: экологический мониторинг.

Условие

Скачайте радиолокационный снимок: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/5>.

Выполните дешифрирование нефтяного загрязнения на акватории Печорского моря, источником которого стало судно (в радиусе 28 км от судна).

Рассчитайте суммарную площадь загрязненных участков в квадратных километрах с точностью до третьего знака после запятой. Загрязненные участки, площадь которых менее 0,1 км², учитывать его не нужно. Площадь рассчитайте с помощью функции \$area.

В качестве ответа укажите рассчитанную площадь, а также прикрепите результаты векторизации загрязнения. Все измерения выполняйте в проекции UTM.

Требования к векторному слою:

- тип геометрии — полигон;
- формат — .shp;
- проекция слоя — UTM;
- атрибутивная таблица слоя должна содержать два поля:
 - ◊ Id — уникальный идентификатор объектов, формат целочисленный; все объекты должны иметь сквозную нумерацию, которая начинается с 1;
 - ◊ S — поле, в котором указана площадь загрязнения, формат десятичный, точность 3 (длину поля необходимо определить самостоятельно).

Внимательно следите за тем, чтобы к решению были прикреплены все файлы, необходимые для открытия векторного слоя. Если при проверке будет невозможно открыть векторный файл, задача может быть оценена в 0 баллов.

Решение

- A. Необходимо найти все суда на снимке и определить, какое судно предположительно стало источником загрязнения (рис. 3.2.4).

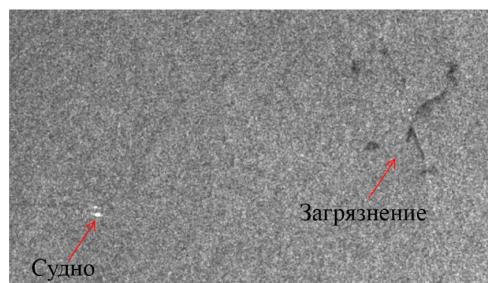


Рис. 3.2.4. Фрагмент снимка

- B. Построить буферную зону радиусом 28 км от судна.
C. Выполнить векторизацию загрязнения (рис. 3.2.5).

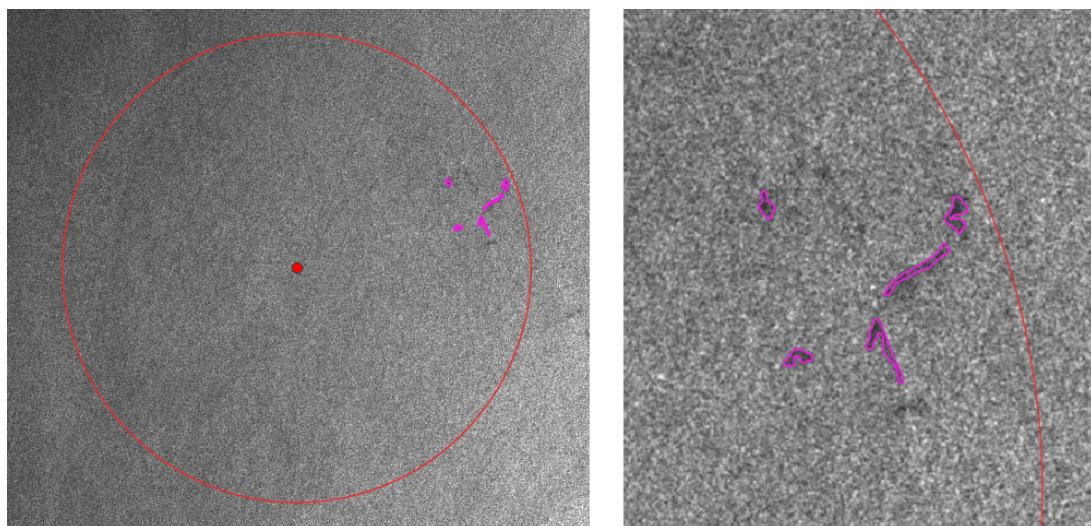


Рис. 3.2.5. Дешифрирование загрязнений

- D. Рассчитать площадь векторизованных участков, исключить все участки, площадь которых менее $0,1 \text{ км}^2$, рассчитать суммарную площадь.

Ответ: 2,326.

Критерии оценивания

Ответ	Балл
[2,226; 2,426]	10
[2,126; 2,226) или (2,426; 2,526]	8
[2,026; 2,126) или (2,526; 2,626]	6
Прочие варианты ответа	0

Задача 3.2.1.6. Формирование маски снежно-ледового покрова (10 баллов)

Тема: индексные изображения.

Условие

Дешифрирование снежно-ледовых поверхностей необходимо для мониторинга процессов снеготаяния, составления гидрологического прогноза, исследования ледников и оценки их отклика на изменение климата. Снежно-ледовым поверхностям свойственна высокая отражательная способность в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра и ее резкое снижение в среднем инфракрасном диапазоне. Данное свойство позволяет успешно отличать снег и лед от облачности и других ярких объектов при дешифрировании.

Для дешифрирования снежно-ледового покрова может быть использован индекс NDSI (Normalized Difference Snow Index). Формула расчета индекса NDSI для снимков, полученных съемочной системой Landsat, приведена по ссылке: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/normalized-difference-snow-index> (pdf-копия веб-страницы: <https://disk.yandex.ru/i/azWNNffAKr4vPQ>). Чем ближе значение индекса к 1, тем выше вероятность того, что пиксель содержит снежно-ледовый покров. На основе изображения, полученного в результате расчета индекса NDSI, может быть сформирована маска снежно-ледового покрова.

Кроме того, формирование маски снежно-ледового покрова для снимков, полученных съемочной системой Landsat 8 и Landsat 9, можно выполнить на основе файла с постфиксом QA_PIXEL (QA_PIXEL Band). Значение каждого пикселя файла кодирует тип объекта на изображении (снег, облако, тень и пр.) и вероятность того, что объект классифицирован правильно. Возможные значения пикселей и их интерпретация приведены в таблице по ссылке: <https://www.usgs.gov/media/images/collection-2-landsat-8-9-pixel-quality-assessment-qapixel-value-interpretations> (pdf-копия веб-страницы: https://disk.yandex.ru/i/Tbo9OhDy0P_UOg).

Напишите программный код на языке Python для формирования маски снежно-ледового покрова для фрагмента снимка, полученного съемочной системой Landsat 9. Сформируйте маску двумя способами:

- на основе файла QA_PIXEL Band,
- на основе индексного изображения,

и сравните полученные результаты.

Определите значения пикселей файла QA_PIXEL Band, которые содержат снежно-ледовый покров, по приведенной таблице. Используйте данное значение при написании кода для формирования маски снежно-ледового покрова на основе файла QA_PIXEL Band. Пикселям, содержащим снежно-ледовый покров, при формировании маски должно быть присвоено значение 1, всем остальным — значение 0.

При написании кода для формирования маски снежно-ледового покрова на основе изображения, полученного в результате расчета индекса NDSI, в качестве порогового значения установите значение 0,6 (пиксели, значения которых больше или равны пороговому, соответствуют снежно-ледовому покрову). Пикселям, содержащим снежно-ледовый покров, при формировании маски должно быть присвоено значение 1, всем остальным — значение 0.

Программа должна выполнить сравнение полученных масок и вывести количество пикселей, которые содержат снежно-ледовый покров согласно обеим маскам (т. е. и на маске, полученной на основе индексного изображения, и на маске, полученной на основе файла QA_PIXEL Band, пиксель должен быть классифицирован как снег/лед).

Формат входных данных

Входные данные (файл QA_PIXEL Band и каналы снимка, преобразованные в одномерные массивы значений пикселей) записаны в json-строку. Полученная структура подается на вход программе в потоке `stdin`.

Json-структура может содержать различные пары **ключ: значение**, среди которых есть следующие:

- Ключ — QA: значение — одномерный массив чисел, сформированный на основе файла QA_PIXEL Band (тип данных исходного растра сохранен).
- Ключ — номер канала (например, B10, B1): значение — одномерный массив чисел, сформированный на основе канала снимка (тип данных исходного растра сохранен).

Если подаваемая на вход программе json-строку не содержит необходимые для расчетов пары **ключ: значение**, программа должна записать в поток `stdout` строку «9.999» и завершить работу.

Если структура содержит все необходимые пары **ключ: значение**, должно быть выполнено формирование и сравнение масок снежно-ледового покрова, после чего программа должна записать в поток `stdout` количество пикселей, которые содержат снежно-ледовый покров согласно обеим маскам, и завершить работу (количество пикселей должно быть выведено как строка).

```

1 {"B1":[12277, 9675, 17804, 19589, 18023, 21754], "B2":[5931, 5912,
  ↵ 6057, 5932, 6363, 7701], "B3":[12277, 9675, 17804, 19589, 18023,
  ↵ 21754], "B4":[5931, 5912, 6057, 5932, 6363, 7701], "B5":[7009,
  ↵ 6882, 6704, 7020, 7198, 12011], "B6":[15390, 10505, 9400, 9745,
  ↵ 8621, 11708], "B7":[16732, 16827, 11713, 14664, 15053, 17294],
  ↵ "B8":[12277, 9675, 17804, 19589, 18023, 21754], "B9":[5931, 5912,
  ↵ 6057, 5932, 6363, 7701], "QA":[22280, 22280, 30048, 30048, 30048,
  ↵ 62820]}

1 {"QA":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467], "B7":[21374, 21385, 21405,
  ↵ 21437, 21467], "B8":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467]}

1 {"information":"text", "QA":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467],
  ↵ "B1":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467], "B2":[21374, 21385,
  ↵ 21405, 21437, 21467] ], "B3":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467]}

1 {"B10":[21374, 21385, 21405, 21437, 21467, 21482, 21495, 21524, 21563,
  ↵ 21608, 21650, 21686]}

```

Чтение данных из потока `stdin` должно быть выполнено следующим образом:

```
1 input_data = json.loads(sys.stdin.getvalue())
```

Запись данных в поток stdout должна быть выполнена следующим образом:

```
1 sys.stdout.write('some text')
```

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```
1 import base64
2 import json
3 import sys
4 import array
5 import math
6
7 input_data = json.loads(sys.stdin.getvalue())
8 try:
9     QA = array.array('f', input_data['QA'])
10    B3 = array.array('f', input_data['B3'])
11    B6 = array.array('f', input_data['B6'])
12    divisible = [x - y for x, y in zip(B3, B6)]
13    divider = [x + y for x, y in zip(B3, B6)]
14    ndsi = [x / y for x, y in zip(divisible, divider)]
15    snow_mask_1 = ndsi.copy()
16    snow_mask_2 = ndsi.copy()
17    for n in range(0, len(ndsi)):
18        if ndsi[n] >= 0.6:
19            snow_mask_1[n] = 1
20        else:
21            snow_mask_1[n] = 0
22        if QA[n] == 30048:
23            snow_mask_2[n] = 1
24        else:
25            snow_mask_2[n] = 0
26
27    union = [x * y for x, y in zip(snow_mask_1, snow_mask_2)]
28    num = sum(union)
29    sys.stdout.write(str(num))
30 except:
31     sys.stdout.write('9.999')
```

Тесты

Пример тестовых данных.

```

1 {"message": "test6", "B5": [13277, 9675, 17804, 19589, 18023, 21754,
→ 25995, 12416, 12312, 17510, 19553, 22292, 28412, 33798, 15070,
→ 16687, 19885, 24698, 32203, 37156, 35008, 15613, 18132, 23516,
→ 31784, 34715, 29404, 24300, 15597, 16701, 17272, 18552, 23602,
→ 18985, 19849, 17680, 13853, 13336, 15781, 16233, 15288, 16362],
→ "B4": [13277, 9675, 17804, 19589, 18023, 21754, 25995, 12416,
→ 12312, 17510, 19553, 22292, 28412, 33798, 15070, 16687, 19885,
→ 24698, 32203, 37156, 35008, 15613, 18132, 23516, 31784, 34715,
→ 29404, 24300, 15597, 16701, 17272, 18552, 23602, 18985, 19849,
→ 17680, 13853, 13336, 15781, 16233, 15288, 16362], "B3": [21754,
→ 25995, 12416, 12312, 17510, 19553, 22292, 28412, 33798, 15070,
→ 16687, 19885, 24698, 32203, 37156, 35008, 15613, 18132, 23516,
→ 31784, 34715, 29404, 24300, 15597, 16701, 17272, 18552, 23602,
→ 18985, 19849, 17680, 13853, 13336, 15781, 16233, 15288, 16362],
→ "B6": [6121, 6038, 7095, 7139, 5985, 6044, 6082, 6075, 5926, 5992,
→ 5805, 5901, 5901, 5931, 5912, 6057, 5932, 6863, 7701, 7009, 6882,
→ 6704, 7020, 7198, 12011, 15390, 10505, 9400, 9745, 8621, 11708,
→ 16732, 16827, 11713, 14664, 15053, 17294], "QA": [22280, 22280,
→ 30048, 30048, 62820, 62820, 30304, 30304, 30048, 30048,
→ 62820, 62820, 62820, 30048, 30048, 30048, 62820, 62820, 62820,
→ 62820, 30048, 30048, 62820, 62820, 62820, 30048, 30048, 30048,
→ 63076, 54852, 62820, 62820, 30048, 30048, 63076, 54596]}

```

Ответ: 3.

3.2.2. Командные задачи

Задача 3.2.2.1. Автоматизированное формирование треков судов на основе данных системы автоматической идентификации (15 баллов)

Тема: формирование треков.

Условие

Система автоматической идентификации (АИС) позволяет судам по всему миру идентифицировать друг друга и передавать данные о своем местоположении, скорости, курсе другим судам и наземных приемным станциям. Это необходимо для обеспечения безопасной навигации. Напишите программный код на языке Python для обработки данных системы автоматической идентификации судов, сохраненных в файл формата csv (разделитель — точка с запятой).

Исходный csv-файл `input.csv`, содержащий данные от нескольких судов, необходимо загрузить по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/7>. Система АИС, установленная на судне, передает информацию о его местоположении в конкретный момент времени по крайней мере 1 раз в несколько минут с помощью сигналов. Каждому сигналу соответствует одна строка файла. Состав и структура данных файла приведены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2

Наименование столбца	Тип данных	Содержимое	Пример содержимого
ship_name	строка	наименование судна	AKADEMIK CHEBYSHEV
latitude	число с плавающей точкой	широта в градусах (WGS 84)	71.09113
longitude	число с плавающей точкой	долгота в градусах (WGS 84)	66.81432
ts_pos_utc	строка	дата и время фиксации сигнала	10.07.2017 13:16:00

Напишите программный код, который на основе данных файла `input.csv` выполняет формирование трека для каждого указанного в файле судна, последовательно соединяя переданные судном координаты с учетом времени фиксации сигнала. Сформированные треки (линейные векторные объекты) должны быть сохранены в векторный файл с названием `routes` формата `\verbShape+` с сохранением географической привязки и метаданных (таблица атрибутов слоя должна содержать столбец `ship\name` с наименованиями судов). Shape-файл должен корректно открываться в ГИС.

Если для судна в файле `input.csv` содержится лишь одна запись о его местоположении, судно должно быть исключено из рассмотрения, трек судна формироваться не должен.

После формирования треков программа должна определить длину самого протяженного из полученных треков в метрах. Полученное значение, округленное до тысяч, введите в поле ввода в качестве ответа. Расчет протяженности треков должен быть выполнен в проекции UTM zone 43N (эллипсоид WGS 84).

Программа должна быть сохранена в файл `routes.py`. Файл программы `routes.py` и архив с расширением `*.zip routes.zip`, содержащий Shape-файл с сформированными треками, должны быть в обязательном порядке прикреплены к решению. В случае, если файлы не прикреплены, если содержимое файлов отличается от требуемого, если название или расширение файлов отличаются от требуемых, если Shape-файл не может быть корректно открыт, баллы за задание не начисляются.

Решение

Ниже представлено решение на языке Python.

Python

```

1 import shapely
2 import pandas as pd
3 import geopandas as gpd
4 from shapely.geometry import Point, LineString
5

```

```

6 df = pd.read_csv('input.csv', sep=';', encoding="latin-1", usecols
    ↪ = ['ship_name', 'longitude', 'latitude', 'ts_pos_utc'])
7 df[['date', 'time']] = df.ts_pos_utc.str.split(expand=True)
8 df['date'] = pd.to_datetime(df['date'], format='mixed', dayfirst =
    ↪ True)
9 df['time'] = pd.to_timedelta(df['time']+':00')
10 df = df.drop_duplicates()
11 df = df[df.duplicated(subset=['ship_name'], keep=False)]
12 gdf = gpd.GeoDataFrame(df, geometry =
    ↪ gpd.points_from_xy(df.longitude, df.latitude), crs = "EPSG:4326" )
13 prj = '32643'
14 gdf = gdf.to_crs(prj)
15 gdf = gdf.sort_values(by = ['ship_name', 'date', 'time'])
16 gdf = gdf.groupby(['ship_name'])['geometry'].apply(lambda x:
    ↪ LineString(x.tolist()) if x.size > 1 else x.tolist() )
17 gdf = gpd.GeoDataFrame(gdf, geometry = 'geometry', crs=prj)
18 longest_line = max(gdf['geometry'].apply(lambda x: x.length))
19 print(f"{longest_line:.3f}")
20 gdf.to_file('routes.shp', driver='ESRI Shapefile')

```

Ответ: 1 364 000 м.

Задача 3.2.2.2. Анализ интенсивности движения судов (10 баллов)

Тема: геоинформационный анализ векторных данных.

Условие

Для решения задачи необходим векторный слой, полученный в задании 3.2.2.1.

Если команде не удалось получить векторный слой в задании 3.2.2.1, ее члены могут обратиться к организаторам с просьбой выдать слой с судовыми путями. В этом случае команда может получить не более 5 баллов за задачу.

Даны векторные слои с зоной интереса и сеткой, для ячеек которой необходимо будет выполнить расчет: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/8>.

Рассчитайте плотность судовых путей в километрах на квадратных километр для каждой ячейки или ее части в границах заданной акватории.

Все промежуточные расчеты выполняйте в проекции UTM N43, все промежуточные расчеты длин выполняйте в километрах с точностью до третьего знака после запятой, все промежуточные расчеты площадей выполняйте в квадратных километрах с точностью до третьего знака после запятой.

Для расчета длин используйте функцию `$length`, для расчета площадей — `$area`.

В качестве ответа запишите плотность судовых путей с точностью до третьего знака после запятой.

Решение

Решать задачу необходимо по следующему плану:

- A. Открыть в новом проекте слои, которые содержат векторное представление изучаемой акватории, маршрутов движения судов и сетки, по которой выполняется расчет плотности судовых путей. Проверить, что все векторные слои сохранены в проекции UTM N43. Если проекция слоя отличается, его нужно перепроецировать.
- B. Обрезать векторный слой маршрутов движения судов по границе акватории.
- C. Обрезать векторный слой сетки по границе акватории.
- D. «Разрезать» слой маршрутов слоем сетки таким образом, чтобы каждому фрагменту трека присвоился уникальный идентификатор ячейки сетки, в которую он попадает.
- E. Выполнить расчет суммарной протяженности маршрутов внутри одной ячейки.
- F. Рассчитать площадь ячеек.
- G. Для каждой ячейки рассчитать плотность судовых путей.

Ответ: 9,543 или 9,742.

Задача 3.2.2.3. Дешифрирование нефтяных загрязнений по многозональным снимкам (10 баллов)

Темы: визуальное дешифрирование, индекс нефтяных пятен.

Условие

Дан многозональный снимок: <https://disk.yandex.ru/d/h2bTjsQcvgnL4g/9>.

Необходимо выполнить дешифрирование загрязнения реки тяжелой фракцией нефти.

Для упрощения визуального дешифрирования выполните синтезирование цветного изображения и расчет индекса: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/oil-spill-index/>.

В качестве ответа укажите площадь загрязнения в квадратных метрах, а также прикрепите результаты векторизации загрязнения. Все измерения выполняйте в проекции UTM. Площадь рассчитывайте с помощью функции \$area.

Требования к векторному слою:

- тип геометрии — полигон;
- формат — .shp;
- проекция слоя — UTM;
- атрибутивная таблица слоя должна содержать два поля:
 - ◊ **Id** — уникальный идентификатор объектов, формат целочисленный; все объекты должны иметь сквозную нумерацию, которая начинается с 1;
 - ◊ **S** — поле, в котором указана площадь загрязнения, формат целочисленный.

Внимательно следите за тем, чтобы к решению были прикреплены все файлы, необходимые для открытия векторного слоя. Если при проверке будет невозможно открыть векторный файл, задача может быть оценена в 0 баллов.

Решение

Тяжелые фракции нефти на снимках в видимом диапазоне имеют коричневый цвет (рис. 3.2.6).

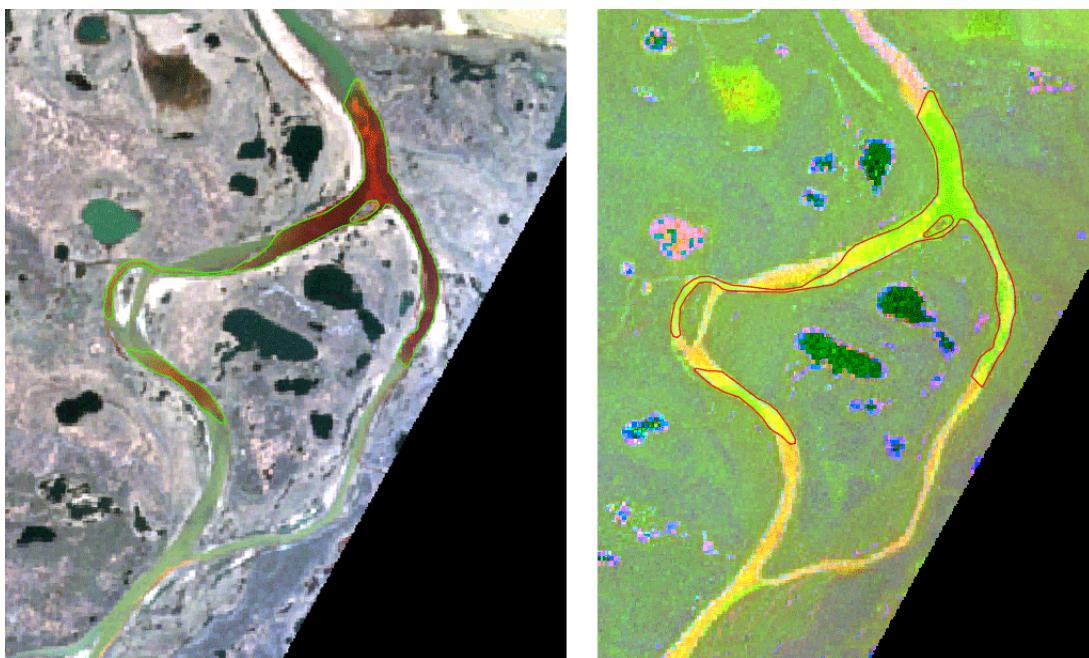


Рис. 3.2.6. Контур разлива на синтезированных цветных изображениях

Ответ: 226 000.

Критерии оценивания

Ответ	Балл
[214 700; 237 300]	10
[203 400; 214 700) или (237 300; 248 600]	8
[192 100; 203 400) или (248 600; 259 900]	6
Прочие варианты ответа	0

4. Заключительный этап

4.1. Работа наставника НТО при подготовке к этапу

На этапе подготовки к заключительному этапу НТО наставник решает две важные задачи: помочь участникам в подготовке к предстоящим соревнованиям и формирование устойчивой и слаженной команды. Заключительный этап требует высокой слаженности, уверенности и глубоких знаний, и наставник становится тем, кто объединяет усилия участников и направляет их в нужное русло.

Наставник помогает участникам:

- разобрать задания прошлых лет, используя официальные сборники, чтобы понять структуру финальных испытаний, типы задач и ожидаемый уровень сложности;
- изучить организационные особенности заключительного этапа, включая формат проведения, регламент, продолжительность и технические нюансы;
- спланировать подготовку — на основе даты начала финала составляется четкий график занятий, в котором распределены темы, практикумы и командные тренировки;
- обратиться (при необходимости) за консультацией к разработчикам заданий по профилю, уточнить, на какие аспекты подготовки следует обратить особое внимание, и получить дополнительные материалы.

Также рекомендуется участие в мероприятиях от организаторов, таких как:

- установочные вебинары и открытые разборы задач;
- хакатоны, практикумы и мастер-классы для финалистов;
- встречи в онлайн-формате, информация о которых публикуется в группе НТО во «ВКонтакте» и в телеграм-чатах профилей.

Наставнику необходимо уделить внимание работе на формированием устойчивой, продуктивной и мотивированной команды:

- **Сплочение команды.** Это особенно актуально, если участники живут в разных городах. Регулярные онлайн-встречи, совместная работа над задачами и неформальное общение помогают наладить доверие и улучшить командную динамику.
- **Анализ ролей.** Наставник вместе с командой определяет, кто за что отвечает, какие задачи входят в зону ответственности каждого участника. Также обсуждаются возможности взаимозаменяемости на случай непредвиденных ситуаций.
- **Оценка компетенций.** Важно определить, какими знаниями и навыками уже обладают участники, а какие необходимо развить. На основе этого формируется индивидуальный и командный план подготовки.

- **Участие в подготовительных мероприятиях от разработчиков профилей.** Перед заключительным этапом проводятся установочные вебинары, разборы задач прошлых лет, практикумы, мастер-классы для финалистов. Информация о таких мероприятиях публикуется в группе НТО в VK и в чатах профилей в Telegram.
- **Практика в формате хакатонов.** Наставник может организовать дистанционные хакатоны или практикумы с использованием заданий прошлых лет и методических рекомендаций из официальных сборников.

Таким образом, наставник становится координатором и моральной опорой команды, помогая пройти заключительный этап НТО с максимальной уверенностью и результатом.

4.2. Предметный тур

Задачи третьего этапа предметного тура профиля по информатике открыты для решения. Участие в соревновании доступно на платформе Яндекс.Контест: <https://contest.yandex.ru/contest/72658/enter/>.

4.2.1. Информатика. 8–11 классы

Задача 4.2.1.1. Тренировка многоборца (10 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

В качестве тренировки один спортсмен по многоборью дважды проводит забег-заезд из пункта A в пункт C .

В первый раз он пробегает часть этой дистанции от пункта A до некоторого промежуточного пункта B на маршруте бегом, в пункте B садится на велосипед и проезжает оставшуюся часть пути до пункта C на нем. В итоге он тратит на это X часов.

В следующий раз он, наоборот, из пункта A до пункта B проезжает на велосипеде, а из пункта B до пункта C бежит бегом. В этот раз он тратит на весь маршрут Y часов.

Требуется узнать, за какое время он может пробежать всю дистанцию от A до C , если его скорость на велосипеде в k раз выше скорости его бега. Можно считать, что скорость его бега и скорость его езды на велосипеде всегда постоянные.

Формат входных данных

В одной строке через пробел заданы три целых числа X , Y и k — время первого прохождения маршрута, время второго прохождения маршрута и величина, показывающая, во сколько раз быстрее он передвигается на велосипеде, чем бегом. $1 \leq X, Y, k \leq 1000$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — время, за которое спортсмен пробежит весь маршрут от A до C .

Тесты, на которых будет проверяться ваше решение, сгенерированы таким образом, что ответ всегда является целым числом.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
3 5 3
Стандартный вывод
6

Примечания

В примере из условия для объяснения теста приведем полное рассуждение с построением расстояний AB и BC , хотя эти расстояния находить не обязательно. Дано, что в первый раз спортсмен затратил три часа, а во второй — пять часов, при этом на велосипеде он едет в три раза быстрее, чем бежит бегом.

После некоторых рассуждений можно получить, что если взять длину AB равной 15 км, длину BC равной 45 км, скорость бега равной 10 км/ч, а скорость на велосипеде равной 30 км/ч, то получим требуемые результаты: $\frac{15}{10} + \frac{45}{30} = 3$, $\frac{15}{30} + \frac{45}{10} = 5$. Общее расстояние AB равно 15 + 45 и равно 60 км. Тогда спортсмен, имея скорость бега равную 10 км/ч, пробежит 60 км за шесть часов.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3 signed main()
4 {
5     int x, y, k;
6     cin >> x >> y >> k;
7     int v = (x + y) / (k + 1);
8     int b = x + y - v;
9     cout << b << endl;
10 }
```

Задача 4.2.1.2. Пространственная решетка (15 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

После открытия так называемых точек сингулярности пространства и формирования теории пространственной решетки всей Вселенной пришла пора практического освоения космоса. Если кратко, то у каждой точки сингулярности A есть своя уникальная характеристика $P(A)$ — натуральное число от 1 до 10^{12} . Между некоторыми точками есть силовые линии, вдоль которых возможно движение со сверхсветовыми скоростями. Из одной точки A можно попасть таким образом в другую точку B , если характеристика $P(A)$ получается из $P(B)$ либо делением на простое число, либо умножением на простое число. Независимо от размеров характеристик, движение вдоль одной такой линии занимает одинаковое время, называемое константой Диогена. По этой причине все космические межзвездные перелеты измеряются этими константами.

Предлагаемая задача входит в базовый курс звездной навигации, изучаемой курсантами на первом цикле. Даны две точки сингулярности A и B , причем $P(A)$ делит $P(B)$. Необходимо перечислить все точки сингулярности, которые находятся на кратчайших путях из A в B .

Формат входных данных

Заданы два натуральных числа $P(A)$ и $P(B)$ — характеристики точек A и B . Гарантируется, что $P(B)$ нацело делится на $P(A)$. Обе характеристики находятся в пределах от 1 до 10^{12} .

Формат выходных данных

В первой строке вывести количество искомых точек. Во второй строке вывести через пробел в порядке возрастания все характеристики точек сингулярности, которые находятся на всех кратчайших расстояниях из точки A в точку B .

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 120
Стандартный вывод
6 12 24 30 60 120

Примечания

Приведем несколько примеров кратчайших путей из точки 6 в точку 120 (точки представлены своими характеристиками):

6 – 12 – 24 – 120;
 6 – 30 – 60 – 120;
 6 – 12 – 60 – 120.

Можно видеть, что других чисел, кроме представленных в ответе на этих и других кратчайших путях из 6 в 120, также нет.

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define sz(a) (int)a.size()
3 #define int long long
4 using namespace std;
5 signed main(){
6     int a, b;
7     cin >> a >> b;
8     int c = b / a;
9     set<int> S;
10    for(int i = 1; i * i <= c; i++){
11        if(c % i == 0){
12            S.insert(i);
13            S.insert(c / i);
14        }
15    }
16    cout << sz(S) << endl;
17    for(auto el : S){
18        cout << el * a << ' ';
19    }
20    cout << endl;
21 }
```

Задача 4.2.1.3. Ключ и замок (20 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Замок представляет собой конструкцию размера h единиц в высоту и n единиц в длину. Внутри замка содержатся n вертикальных цилиндров, каждый имеет

ширину 1 и высоту a_i . Эти цилиндры расположены внутри замка в порядке неубывания, то есть $a_{i-1} \geq a_i$ для всех i от 2 до n . Все a_i строго меньше высоты замка h . Цилиндры внутри замка закреплены неподвижно.

Ключ представляет собой также объект длиной n единиц и состоит из n прямоугольников, каждый имеет ширину 1 и высоту b_i . В ключе, наоборот, высоты прямоугольников не возрастают, то есть $b_{i-1} \leq b_i$ для всех i от 2 до n . Все b_i также строго меньше высоты замка h .

Ключ и замок не обязательно подходят друг к другу. Ключ пытаются вставить как можно дальше в замок и фиксируют длину, на которую это получится сделать. Изначально самый маленький (допустим, левый) прямоугольник ключа находится на позиции $(n+1)$, и все остальные его прямоугольники — на последующих еще больших позициях. Далее, до тех пор пока можно сдвинуть ключ на одну позицию левее, ключ сдвигают. В какой-то момент либо прямоугольники ключа и цилиндры замка начинают мешать дальнейшему движению, либо ключ вставляется до конца. В этот момент процесс прекращается и измеряется количество позиций, на которые был сдвинут ключ влево. Это и является ответом.

Для понимания условия рассмотрим первый тест. Схематичное его изображение приведено на рис. 4.2.1. Замок обозначен серым, ключ — желтым. Можно видеть, что ключ можно вставить внутрь замка на 13 позиций, после чего прямоугольник ключа высотой 4 упрется в цилиндр замка высотой 7, и дальнейшее движение влево станет невозможным.

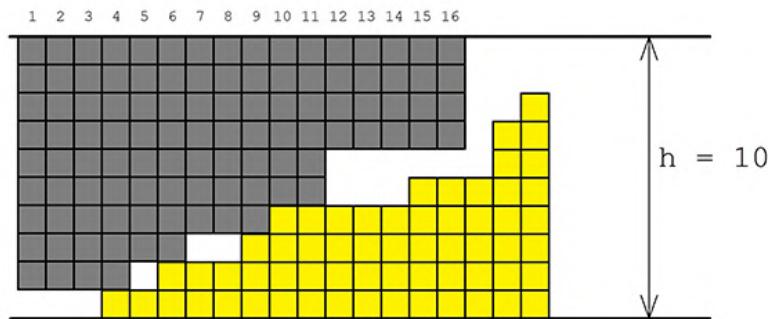


Рис. 4.2.1

Формат входных данных

В первой строке содержится два числа n и h через пробел — длина замка и высота замка, $1 \leq n, h \leq 3 \cdot 10^5$.

Во второй строке находится набор чисел a_i через пробел — высоты цилиндров замка в порядке их расположения внутри замка. $a_{i-1} \geq a_i$ для всех i от 2 до n , $1 \leq a_i < h$.

В третьей строке находится набор чисел b_i через пробел — высоты прямоугольников ключа в порядке их расположения внутри ключа. $b_{i-1} \leq b_i$ для всех i от 2 до n , $1 \leq b_i < h$.

Формат выходных данных

Вывести одно число — наибольшее число позиций, на которое можно вставить ключ внутрь замка.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
16 10 9 9 9 9 8 8 7 7 7 6 6 6 4 4 4 4 4 1 1 2 2 2 3 4 4 4 4 4 5 5 5 7 8

Стандартный вывод
13

Пример №2

Стандартный ввод
16 10 9 9 9 9 8 8 7 7 7 6 6 6 4 4 4 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Стандартный вывод
16

Пример №3

Стандартный ввод
16 10 9 9 9 9 8 8 7 7 7 6 6 6 4 4 4 4 4 7 7 7 8 8 8 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9

Стандартный вывод
0

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
3 #define int long long
4 using namespace std;
5 typedef vector<int> vi;
6 const int INF = 1e18;
```

```

7  signed main(){
8      int n, h;
9      cin >> n >> h;
10     vi a(n), b(n);
11     for0(i, n){
12         cin >> a[i];
13     }
14     for0(i, n){
15         cin >> b[i];
16     }
17     int tb = 0;
18     int mx = -INF;
19     for0(i, n){
20         while(tb < n && b[tb] + a[i] <= h){
21             tb++;
22         }
23         mx = max(mx, i + n - tb + 1);
24     }
25     cout << 2 * n - mx << endl;
26 }
```

Задача 4.2.1.4. Фрактальная федерация (25 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 64 Мбайт.

Условие

Фрактальная федерация имеет форму клетчатого прямоугольника. При ее основании было выбрано натуральное число z , большее 1, и основание k , большее 0. Далее на местности выделили клетчатый прямоугольник $z^k \times z^{k-1}$.

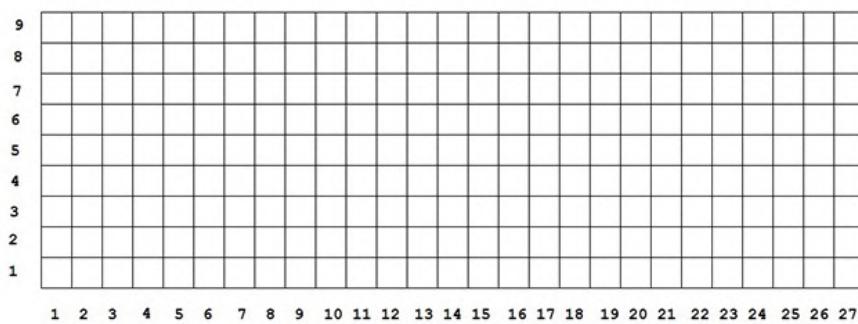


Рис. 4.2.2

На рис. 4.2.2 приведен пример для $z = 3$ и $k = 3$, то есть федерация в этом примере имеет вид прямоугольника 27×9 .

Далее, если $k > 1$, федерацию разделили на z^2 федеральных территорий. Каждая такая территория подобна исходной федерации и имеет также форму прямоуголь-

ника, но размера $z^{k-1} \times z^{k-2}$. Федеральные территории расположены в один ряд, границы между ними имеют уровень $k - 1$.

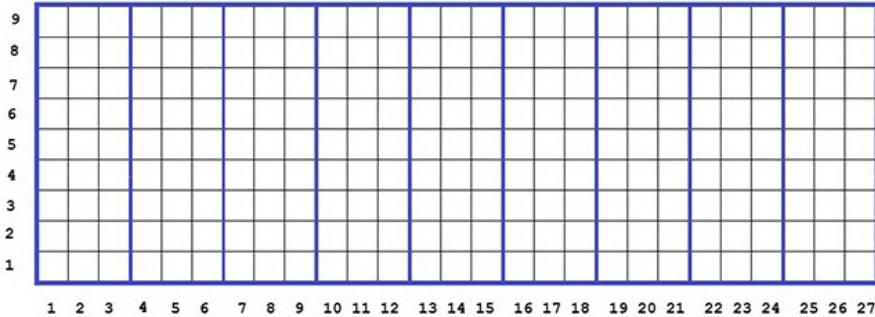


Рис. 4.2.3

9 синих прямоугольников обозначают 9 федеральных территорий 9×3 каждая, границы между ними имеют уровень 2 (рис. 4.2.3).

Далее, если $k > 2$, каждую федеральную территорию снова разделили на z^2 регионов. Каждый такой регион снова подобен исходной федерации и имеет также форму прямоугольника, но размера $z^{k-2} \times z^{k-3}$. Регионы снова расположены внутри федеральных территорий в один ряд, границы между ними имеют уровень $k - 2$ (рис. 4.2.4).



Рис. 4.2.4

Внутри каждой из 9 федеральных территорий зеленым выделены по 9 регионов 3×1 . Зеленые границы имеют уровень 1.

Такое фрактальное деление производилось, и границы соответствующего уровня проводились и далее до тех пор, пока очередная область разбиения не стала иметь размеры $z \times 1$. На этом этапе решено было остановиться. Оставшиеся никак не затронутыми границы между единичными клетками получили уровень 0.

Клетки, из которых состоит федерация, пронумеровали от 1 до z^k по первой координате и от 1 до z^{k-1} по второй координате. Внутри федерации можно перемещаться из клетки в любую соседнюю с ней по стороне. При этом если между этими клетками проходит граница уровня t , то за это перемещение требуется заплатить z^t единиц.

На территории федерации находится n городов, каждый занимает ровно одну клетку. По заданным координатам этих городов требуется составить матрицу минимальных стоимостей для перемещения между двумя любыми городами. Более точно,

на пересечении строки номер i и столбца номер j в матрице должна содержаться минимальная стоимость, за которую можно добраться из города номер i в город номер j с учетом пересечения всех границ между ними. На главной диагонали матрицы должны содержаться нули.

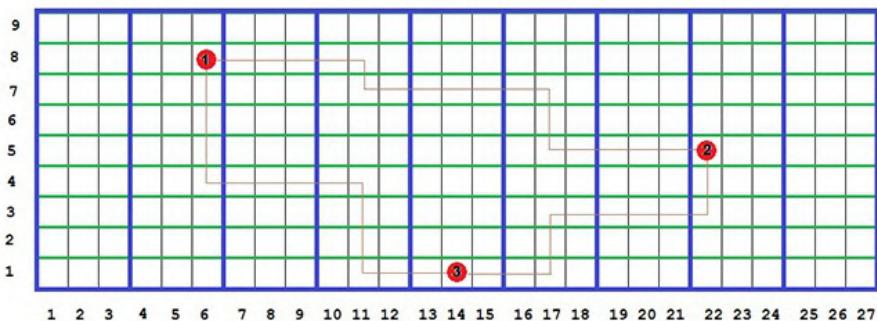


Рис. 4.2.5

В предложенном примере за пересечение любой черной границы требуется заплатить 1 единицу, за пересечение любой зеленой границы — 3 единицы, за пересечение любой синей границы — 9 единиц. На рис. 4.2.5 представлены три города и некоторые кратчайшие по стоимости пути между ними. Например, при движении от города № 1 до города № 2 по указанному на рисунке пути между ними, затраты составят: $9 + 1 + 1 + 9 + 1 + 3 + 1 + 9 + 1 + 1 + 9 + 1 + 3 + 1 + 9 + 1 + 1 + 9 = 73$.

Формат входных данных

В первой строке через пробел приведены два целых числа z и k , лежащие в основе федерации, $2 \leq z \leq 10$. Число $k > 0$ и таково, что $z^k \leq 10^{17}$.

Во второй строке содержится число городов n , $2 \leq n \leq \min(z^{2k-1}, 1\,000)$.

В следующих n строках содержится по два целых числа x_i и y_i через пробел — координаты очередного города. $1 \leq x_i \leq z^k$, $1 \leq y_i \leq z^{k-1}$, все города находятся в попарно различных клетках.

Формат выходных данных

В ответ вывести матрицу $n \times n$. На пересечении строки номер i и столбца номер j в этой матрице должна содержаться минимальная стоимость, за которую можно добраться из города номер i в город номер j с учетом пересечения всех границ между ними. Если на пути между двумя городами находится третий город, это никак не влияет на стоимость перемещения. Числа внутри каждой строки матрицы разделять одним пробелом.

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод

```
3 3
3
6 8
22 5
14 1
```

Стандартный вывод

```
0 73 53
73 0 44
53 44 0
```

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define sz(a) (int)a.size()
3 #define pb push_back
4 #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
5 #define x first
6 #define y second
7 #define int long long
8 using namespace std;
9 typedef pair<int, int> pii;
10 typedef vector<int> vi;
11 typedef vector<vector<int>> vvi;
12 signed main(){
13     int z, k;
14     cin >> z >> k;
15     int n;
16     cin >> n;
17     vector<pii> v(n);
18     for0(i, n){
19         cin >> v[i].x >> v[i].y;
20         v[i].x--;
21         v[i].y--;
22     }
23     vector<pii> V, H;
24     V.pb({1, 1});
25     int d = 1;
26     for0(i, k - 1){
27         if(i % 2 == 0){
28             H.pb({d, d * z});
29         }
30         else{
31             V.pb({d, d * z});
32         }
33         d *= z;
34     }
35     if(k % 2 == 0){
```

```

36         swap(V, H);
37     }
38     vvi ans(n, vi(n, 0));
39     for0(i, n){
40         for(int j = i + 1; j < n; j++){
41             int dxans = 0;
42             int dxk = 0;
43             for(int t = sz(V) - 1; t >= 0; t--){
44                 int di = v[i].x / V[t].x;
45                 int dj = v[j].x / V[t].x;
46                 dxans += (abs(di - dj) - dxk) * V[t].y;
47                 dxk += (abs(di - dj) - dxk);
48             }
49             int dyans = 0;
50             int dyk = 0;
51             for(int t = sz(H) - 1; t >= 0; t--){
52                 int di = v[i].y / H[t].x;
53                 int dj = v[j].y / H[t].x;
54                 dyans += (abs(di - dj) - dyk) * H[t].y;
55                 dyk += (abs(di - dj) - dyk);
56             }
57             ans[i][j] = dxans + dyans;
58             ans[j][i] = ans[i][j];
59         }
60     }
61     for0(i, n){
62         for0(j, n){
63             cout << ans[i][j] << ' ';
64         }
65         cout << endl;
66     }
67 }
```

Задача 4.2.1.5. Рейтинг проекта (30 баллов)

Имя входного файла: стандартный ввод или `input.txt`.

Имя выходного файла: стандартный вывод или `output.txt`.

Ограничение по времени выполнения программы: 1 с.

Ограничение по памяти: 128 Мбайт.

Условие

Директор института Эдуард Леонидович составляет итоговый отчет о проделанной работе. Каждый день в подведомственном ему заведении либо стартует ровно один новый проект, либо завершается ровно один из уже начатых. Каждый проект имеет свой уникальный номер, но порядок, в котором они стартуют, никак не связан с их нумерацией.

Перед Эдуардом Леонидовичем лежит список, в котором содержится очередность произведенных институтом действий в хронологическом порядке. В нем для каждого дня указан номер начатого или законченного в этот день проекта. Например, если порядок такой: 2, 4, 5, 6, 6, 5, 3, 2, 1, 4, 1, 3, то это значит, что проект № 2

стартовал в первый день, а завершился в восьмой, проект № 3 стартовал в седьмой день, а завершился в двенадцатый, и т. д.

Нужно заметить, что в министерстве, к которому принадлежит институт, важное значение имеет преемственность. Считается, что проект *B* является продолжением проекта *A*, если проект *B* начался между датами начала и окончания проекта *A* и закончился строго после окончания проекта *A*. Если проследить это в хронологическом списке, то указанные проекты должны в нем располагаться так: ... *A* ... *B* ... *A* ... *B* ...

Исходя из этого вычисляется рейтинг для каждого проекта. Для некоторого проекта *A* его рейтинг равен числу всех проектов, которые либо являются его продолжением, либо для которых проект *A* является продолжением.

В рассмотренном примере у проекта № 5 рейтинг равен 0, у проекта № 1 рейтинг равен 1 (он продолжает проект № 4), а у проекта № 4 рейтинг уже равен 3, так как он продолжает проект № 2, и его в свою очередь продолжают проекты 1 и 3.

Теперь нужно помочь Эдуарду Леонидовичу с отчетностью и для каждого проекта найти его рейтинг.

Формат входных данных

В первой строке задается количество проектов n , выполненных институтом за отчетный период, $1 \leq n \leq 3 \cdot 10^5$.

Во второй строке задана последовательность выполнения проектов. Она состоит из $2 \cdot n$ чисел через пробел. Каждое из этих чисел от 1 до n , и каждое встречается в последовательности ровно два раза. Первое вхождение соответствует началу проекта с этим номером, второе вхождение — окончанию.

Формат выходных данных

Вывести в одну строку через пробел рейтинги всех проектов. На первом месте должен быть рейтинг проекта № 1, но втором — рейтинг проекта № 2 и т. д. до рейтинга проекта № n .

Примеры

Пример №1

Стандартный ввод
6 2 4 5 6 6 5 3 2 1 4 1 3
Стандартный вывод
1 2 2 3 0 0

Пример программы-решения

Ниже представлено решение на языке C++.

C++

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 #define for0(i, n) for(int i = 0; i < n; i++)
3 #define for1(i, n) for(int i = 1; i <= n; i++)
4 #define int long long
5 using namespace std;
6 typedef pair<int, int> pii;
7 typedef vector<int> vi;
8 typedef vector<vector<int>> vvi;
9 const int INF = 1e18;
10 const int MOD = 1e9 + 7;
11 const int LG = 20;
12 const int N = (1LL << LG);
13 vi tr(2 * N, 0);
14 void upd(int pos, int d){
15     pos += N;
16
17     tr[pos] += d;
18     pos /= 2;
19     while(pos){
20         tr[pos] = tr[2 * pos] + tr[2 * pos + 1];
21         pos /= 2;
22     }
23 }
24 int get(int l, int r){
25     l += N;
26     r += N;
27     int res = 0;
28     while(l <= r){
29         if(l % 2 == 1){
30             res += tr[l];
31         }
32         if(r % 2 == 0){
33             res += tr[r];
34         }
35         l = (l + 1) / 2;
36         r = (r - 1) / 2;
37     }
38     return res;
39 }
40 signed main(){
41     int n;
42     cin >> n;
43     vi frst(n + 1, -1);
44     vi ans(n + 1, -1);
45     for0(i, 2 * n){
46         int a;
47         cin >> a;
48         if(frst[a] == -1){
49             frst[a] = i;
50             upd(i, 1);
51             continue;
52         }
53         int diff = get(frst[a] + 1, i - 1);
54         int all = i - frst[a] - 1;
55         int rep = all - diff;
56         ans[a] = all - 2 * rep;
57         upd(frst[a], -1);
58         upd(i, 1);
59     }
}

```

```
60     for1(i, n){  
61         cout << ans[i] << ' ';  
62     }  
63     cout << endl;  
64 }
```

4.2.2. География. 8–11 классы

Задача 4.2.2.1. Административные центры субъектов (3 балла)

Условие

- Назовите административный центр субъекта РФ, который находится непосредственно на полярном круге.
- Укажите административные центры субъектов РФ, находящиеся за полярным кругом.

Ответ:

- Центр субъекта на полярном круге: Салехард (1 балл).
- Центры субъектов за полярным кругом: Мурманск, Нарьян-Мар (2 балла).

Задача 4.2.2.2. Дешифрирование природных зон (7 баллов)

Подзадача 1

Даны фрагменты снимков, синтезированных в натуральной цветопередаче. Снимки получены съемочной системой Sentinel-2 в период с 20 июля по 11 августа.

Соотнесите фрагмент снимка и название природной зоны.

Таблица 4.2.1

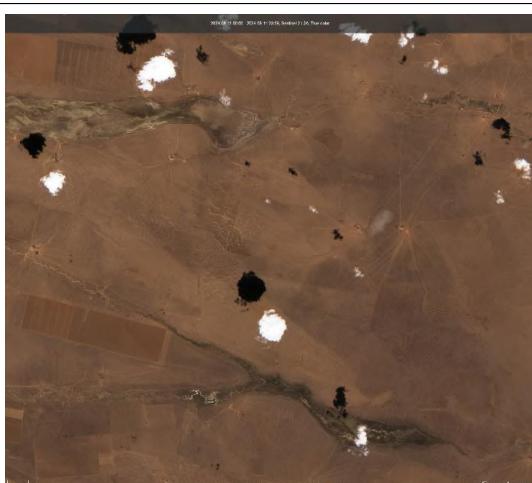
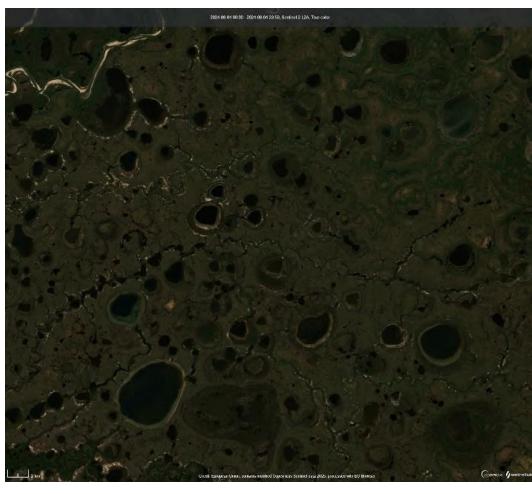
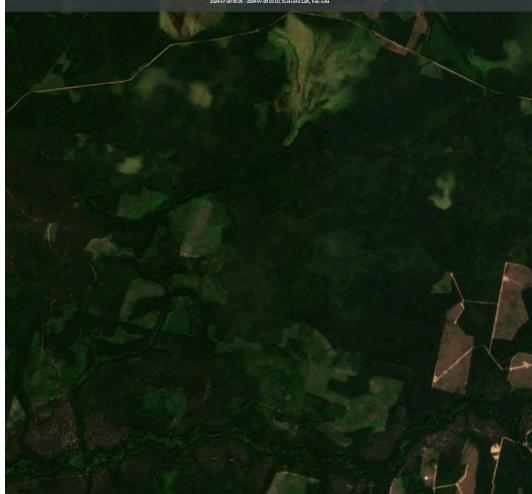
Номер	Фрагмент	Дата съемки
1		11.08.2024

Таблица 4.2.1

Номер	Фрагмент	Дата съемки
2		28.07.2024
3		04.08.2024
4		20.07.2024

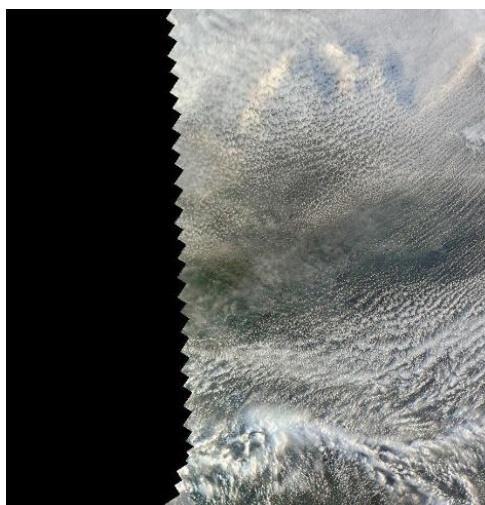
- A. степь,
- B. полупустыня,
- C. тундра,
- D. тайга.

Ответ: 1 – В (1 балл), 2 – А (1 балл), 3 – С (1 балл), 4 – D (1 балл).

Подзадача 2

Ниже представлены фрагменты снимков акватории Баренцева моря, полученные в разные даты съемочной системой Modis. Соотнесите фрагмент снимка с датой съемки.

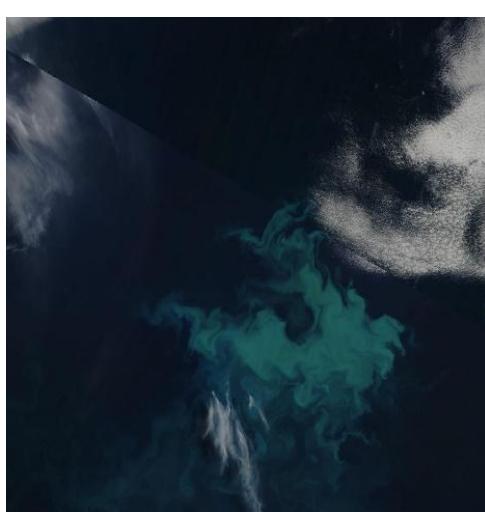
А.



В.



С.



- A. 08.08.2024,
- B. 22.04.2024,
- C. 12.02.2024.

Ответ: 1 – С (1 балл), 2 – В (1 балл), 3 – А (1 балл).

Задача 4.2.2.3. «Дважды неприступные» горы (10 баллов)

Условие

Ниже на рис. 4.2.6 представлен фрагмент снимка, синтезированного в искусственной цветопередаче. Он получен съемочной системой Sentinel-2 8 августа 2024 года. На снимке — горный массив, на территории которого находится крупнейшее в Российской Федерации апатит-нефелиновое месторождение. Субъект Российской Федерации, в котором находится месторождение, имеет выход к двум морям, а многие топонимы региона произошли от слов саамских языков.

Укажите:

- A. Субъект Российской Федерации.
- B. Моря, к которым выходит субъект.
- C. Название горного массива.
- D. Количество высотных поясов горного массива.
- E. Название самого высотного пояса.

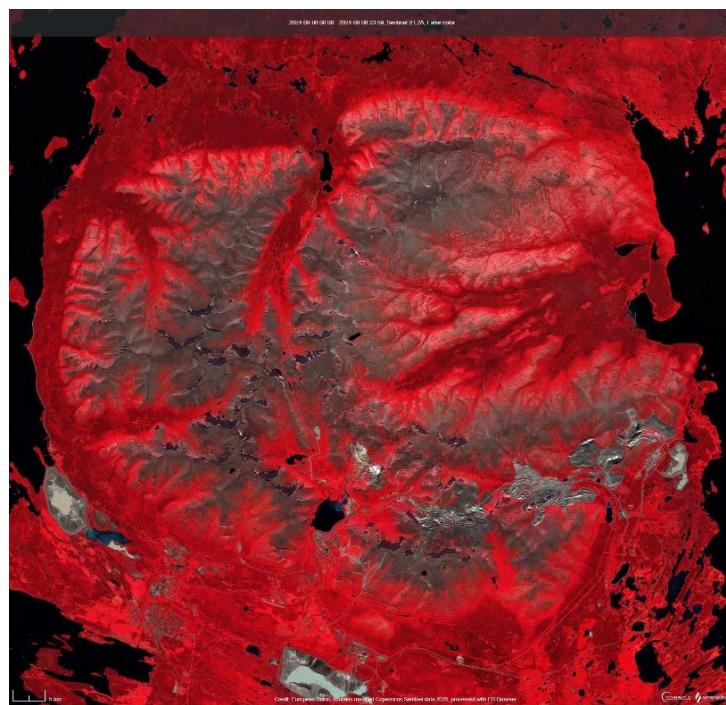


Рис. 4.2.6

Ответ:

- A. Мурманская область (1 балл).

- В. Белое море, Баренцево море (2 балла).
- С. Хибины (2 балла).
- Д. 4 (2 балла).
- Е. Горно-арктические пустыни/арктические пустыни (3 балла).

Задача 4.2.2.4. Из варяг в греки (9 баллов)

Условие

Упоминание этого озера можно встретить в былинах о Садко. Главная православная достопримечательность административного центра называется так же, как и знаменитый собор в европейской части Турции. В административном центре этого субъекта РФ находилось представительство Ганзейского союза. Основными товарами, которые экспортировались в Европу, были: пушнина, воск, мед и деготь. Ниже на рис. 4.2.7 представлен фрагмент снимка, на который попадает часть города и озеро, через которое проходил путь «Из варяг в греки».

В качестве ответа запишите:

- А. Название региона.
- Б. Административный центр региона.
- С. Название озера на снимке.

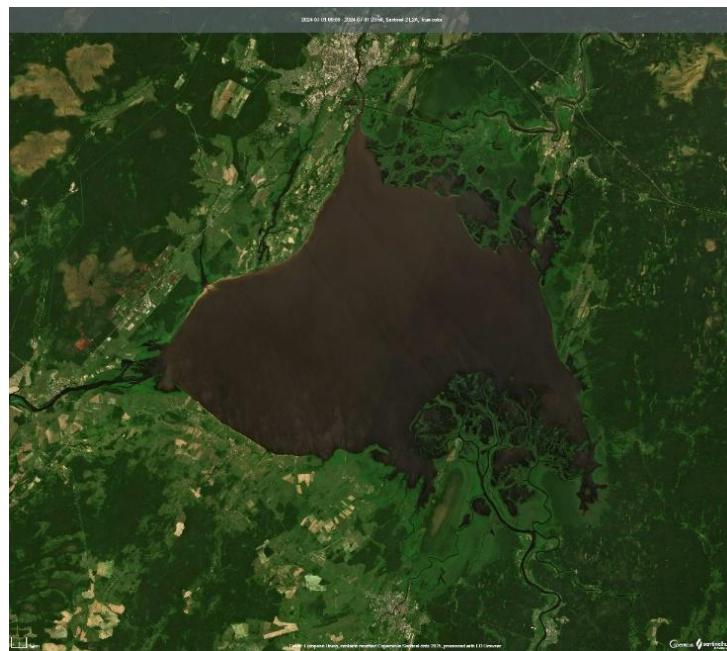


Рис. 4.2.7

Ответ:

- А. Новгородская область (3 балла).
- Б. Великий Новгород (3 балла).
- С. Ильмень (3 балла).

Задача 4.2.2.5. Озера (20 баллов)

Подзадача 1

Соотнесите координаты точки и название озера, соответствующего координатам:

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| A. 58.55 с. ш., 27.79 в. д.; | A. озеро Селигер, |
| B. 60.76 с. ш., 31.61 в. д.; | B. Чудское озеро, |
| C. 61.49 с. ш., 35.87 в. д.; | C. Онежское озеро, |
| D. 51.55 с. ш., 87.68 в. д.; | D. Телецкое озеро, |
| E. 57.17 с. ш., 33.12 в. д.; | E. Ладожское озеро, |
| F. 46.59 с. ш., 74.92 в. д.; | F. озеро Ханка, |
| G. 42.41 с. ш., 77.38 в. д.; | G. озеро Балхаш, |
| H. 45.03 с. ш., 132.33 в. д. | H. озеро Иссык-Куль. |

Ответ: 1 – B, 2 – E, 3 – C, 4 – D, 5 – A, 6 – G, 7 – H, 8 –F (16 баллов, по два балла за каждое правильное соответствие).

Подзадача 2

Перечислите озера из списка, которые находятся на государственной границе Российской Федерации.

Ответ: Чудское озеро (B), озеро Ханка (F) (2 балла).

Подзадача 3

Перечислите озера из списка, вся акватория которых находится за пределами Российской Федерации.

Решение

Ответ: озеро Балхаш (G), озеро Иссык-Куль (H) (2 балла).

Задача 4.2.2.6. Страны и континенты (10 баллов)

Условие

Страна расположена на полуострове, граничит на суше с тремя государствами и имеет в своем составе крупный архипелаг, на территории которого есть месторождения угля. Береговая линия страны является одной из самых протяженных в мире. Специализация экономики: добыча нефти и газа, выплавка алюминия, аквакультура и рыболовство. На территории государства находится один действующий вулкан.

Укажите:

- A. Страну и поясните свой ответ.

- B. Название стран, с которыми она имеет сухопутную границу.
 C. Название архипелага.

Ответ:

- A. Норвегия (4 балла).
 B. Российская Федерация, Швеция, Финляндия (3 балла).
 C. Шпицберген (3 балла).

Задача 4.2.2.7. «Золотой» регион России (11 баллов)

Условие

Климат региона резко-континентальный, большая его часть расположена в зоне тайги. В структуре валового регионального продукта преобладает добывающая промышленность. Добывается нефть, газ, уголь, золото, железные руды. На территории субъекта находится каскад крупных водохранилищ. В 2008 году его площадь увеличилась.

- A. Назовите этот регион.
 B. За счет чего произошло увеличение площади региона в 2008 году?

Ответ:

- A. Иркутская область (6 баллов).
 B. За счет присоединения Усть-Ордынского Бурятского автономного округа (5 баллов).

Задача 4.2.2.8. Города и реки (15 баллов)

Подзадача 1

Даны списки городов. В качестве ответа для каждой строки укажите названия реки, на берегах которой находятся перечисленные города:

- A. Новосибирск, Нижневартовск, Сургут, Салехард.
 B. Дудинка, Лесосибирск, Абакан, Кызыл.
 C. Гамбург, Магдебург, Дрезден.
 D. Белград, Будапешт, Братислава, Вена.
 E. Павлодар, Омск, Тобольск, Ханты-Мансийск.

Ответ:

- A. р. Обь (2 балла).
 B. р. Енисей (2 балла).
 C. р. Эльба (2 балла).
 D. р. Дунай (2 балла).
 E. р. Иртыш (2 балла).

Подзадача 2

Запишите, в каких строках (1–5) города перечислены вниз по течению, в каких — вверх по течению.

Ответ: вниз: 1, 5; вверх: 2, 3, 4 (5 баллов).

Задача 4.2.2.9. Водный транспорт (15 баллов)

Условие

Заполните пропуски в тексте.

Путешественник начал свой путь на моторной лодке из города _____¹, который является центром субъекта РФ. Город расположен на реке _____², текущей в противоположном направлении, относительно реки, в которую она впадает.

Путешественник начал движение вниз по реке, пересекая территории трех субъектов РФ. Преодолев путь примерно в 500 км, он вышел в русло более крупной реки и начал движение по ней вверх по течению. Добравшись до города _____³, путешественник пересел на теплоход. В городе есть много достопримечательностей, крупный автомобильный завод, а также канатная дорога, которая является частью общественного транспорта. Следя вверх по течению той же реки, он проходил мимо двух городов, включенных в Золотое кольцо России. Сначала он увидел город _____⁴, далее — город _____⁵.

Достигнув самой северной точки реки, по которой продолжалось путешествие, теплоход вошел в _____⁶ водохранилище, пересек его и сделал остановку в городе _____⁷, в котором находится один из крупнейших металлургических комбинатов России. Субъект РФ _____⁸, в котором находится этот город, известен кружевами и росписью на эмали (финифть).

После остановки теплоход продолжил движение на север, преодолел _____⁹ канал и попал в акваторию озера _____¹⁰ — второго по площади пресноводное озеро Европы.

На берегу этого озера находится город _____¹¹, который является административным центром субъекта РФ _____¹². Проходя это озеро с юга на северо-восток, путешественник увидел остров _____¹³, знаменитый памятниками деревянного зодчества. Пройдя по _____¹⁴ каналу, путешественник оказался на берегах _____¹⁵ моря.

Ответ:

- A. Пенза (1 балл).
- B. р. Сура (1 балл).
- C. Нижний Новгород (1 балл).
- D. Кострома (1 балл).
- E. Ярославль (1 балл).
- F. Рыбинское (1 балл).
- G. Череповец (1 балл).

- Н. Вологодская область (1 балл).
- И. Волго-Балтийский (1 балл).
- Ж. Онежское озеро (1 балл).
- К. Петрозаводск (1 балл).
- Л. Республика Карелия (1 балл).
- М. Кизи (1 балл).
- Н. Беломор-Балтийский канал (1 балл).
- О. Белое море (1 балл).

Примечание.

При выполнении задания воспользуйтесь фрагментом контурной карты — рис. 4.2.8 (источник изображения https://www.geomania.net/gallery/Administrativnaia_karta_RF. _Konturnaya_karta.2024-12-ts1737907830.jpg).

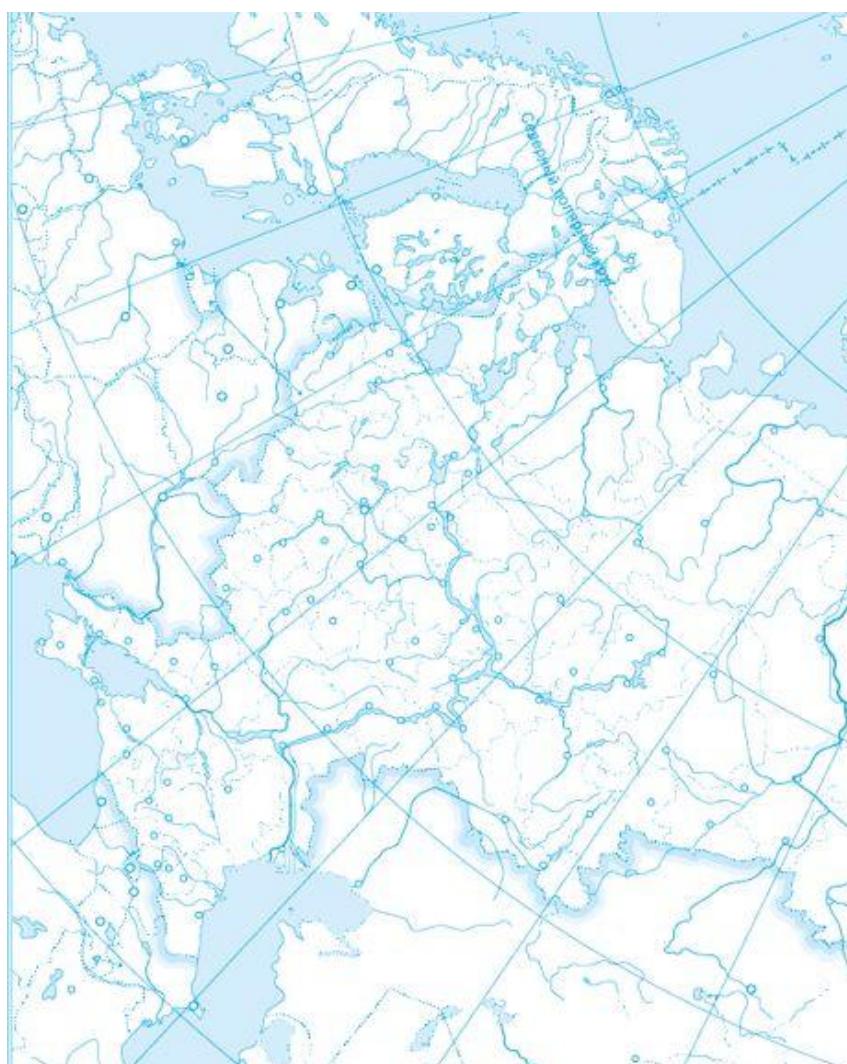


Рис. 4.2.8

4.3. Инженерный тур

4.3.1. Общая информация

Северный морской путь (СМП) — это уникальная транспортная система национального и мирового значения. Он проходит по морям с суровым климатом и сложными ледовыми условиями, которые влияют на безопасность навигации.

Ледовый и экологический мониторинг по данным дистанционного зондирования — актуальная задача в условиях прогнозируемого увеличения объема грузопотока по СМП.

4.3.2. Легенда задачи

Участники Олимпиады почувствуют себя сотрудниками берегового оперативного центра, в задачи которых входит:

- А. оценка ледовой и экологической обстановки на акваториях северных морей;
- Б. обеспечение экстренных служб необходимой информацией для принятия решений в случае внештатных ситуаций.

4.3.3. Требования к команде и компетенциям участников

Количество участников в команде: 2–4.

Компетенции, которыми должны обладать члены команды:

A. Специалист по дешифрированию снимков.

Работа с космическими снимками, принятие решений о предварительной обработке снимков, выбор оптимального варианта синтеза цветного изображения под конкретные задачи, визуальное (по прямым и косвенным дешифровочным признакам) и автоматизированное (с помощью специализированного программного обеспечения) дешифрирование.

B. Картограф.

Работа с картографическими проекциями. Подготовка векторных слоев согласно требованиям. Проверка топологической корректности разработанных слоев. Оформление макетов карт.

C. Программист/аналитик данных.

Разработка программного обеспечения для автоматизации процессов предварительной обработки векторных и растровых данных и самого дешифрирования.

4.3.4. Оборудование и программное обеспечение

Таблица 4.3.1

Наименование	Описание
Свободная географическая информационная система с открытым кодом QGIS.	Создание и редактирование векторных слоев. Геообработка векторных и растровых данных.
Snap — программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования.	Предварительная обработка радиолокационных снимков. Создание бесшовных мозаик. Создание масок. Анализ гистограмм снимков. Кластерный анализ снимков.
MultiSpec — программа для компьютерной обработки многозональных снимков.	Кластерный анализ снимков.
Anaconda.	Написание программного кода.
LibreOffice.	Оформление письменных отчетов по результатам решения задач.

4.3.5. Задачи

Задача 4.3.5.1. Векторная картографическая основа на террито-рию Арктической зоны Российской Федерации (18 баллов)

Для визуализации пространственных данных, полученных в результате мониторинга ледовых и экологических условий, необходимо разработать векторную картографическую основу, согласно требованиям.

Требования

- Все векторные слои должны быть сохранены в формате shape-файлов (.shp).
- Все векторные слои должны быть сохранены в проекции NSIDS Sea Ice Polar Stereographic North (EPSG: 3411), центральный меридиан проекции — 100° в. д.
- Масштаб картографирования 1 : 10 000 000 и крупнее.

Состав слоев:

- Сухопутные территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).***

- Тип пространственных объектов — полигоны.
- Содержание слоя — субъекты РФ или их части (если субъект РФ входит в состав АЗРФ не полностью) без учета исключительной экономической зоны, согласно Указу Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. № 296. Один субъект (или его часть) должен соответствовать одному пространственному объекту в слое.
- Название слоя — AZRF.
- Атрибутивная таблица должна содержать два поля, см. таблицу 4.3.2.
- Для каждого объекта слоя должны быть заполнены поля Id и Name, наличие пустых ячеек не допускается.

Таблица 4.3.2

Название поля	Тип	Содержание
Id	Integer	Код субъекта РФ согласно справочнику: https://disk.yandex.ru/i/rctFrwzedD5QjQ .
Name	String	Полное (официальное) название субъекта РФ без сокращений ¹ . Для записи использовать русский алфавит.

B. Морская граница АЗРФ.

- Тип пространственных объектов — линии.
- Содержание слоя — морская граница АЗРФ.
Считать, что от берегов Мурманской области граница проходит по меридиану 32° 4'35" в. д. до Северного Полюса, от Северного полюса по меридиану 168° 49'30" з. д. до острова Ратманова (точка на острове выбирается произвольно), от острова Ратманова до мыса Дежнева. В слое должен быть строго 1 объект.
- Название слоя — Arctic_sea.
- Атрибутивная таблица должна содержать одно поле Id (уникальный идентификатор), тип integer. Созданному пространственному объекту должен быть присвоен уникальный идентификатор 1.

C. Судоходные реки.

- Тип пространственных данных — линии.
- Содержание слоя — некоторые судоходные реки **в границах АЗРФ**: Анадырь, Омолон, Колыма, Индигирка, Яна, Лена, Оленек, Хатанга, Енисей, Таз, Пур, Обь, Печора, Мезень, Северная Двина, Онега. В границах АЗРФ перечисленные реки должны быть отражены полностью, даже если они судоходны не на всем своем протяжении. Одной реке должен соответствовать 1 пространственный объект.
- Название слоя — Rivers.
- Атрибутивная таблица должна содержать два поля, см. таблицу 4.3.3.
- Для каждого объекта слоя должны быть заполнены поля Id и Name, наличие пустых ячеек не допускается.

¹Если в границу АЗРФ попадает часть субъекта, в поле Name вносится название субъекта, на территории которого находится эта часть.

Таблица 4.3.3

Название поля	Тип	Содержание
Id	Integer	Уникальный идентификатор объекта, все объекты должны быть пронумерованы сквозной нумерацией, начиная с единицы
Name	String	Название реки (для записи использовать русский алфавит)

D. Морские порты.

- Тип пространственных данных — точка.
- Содержание слоя — все морские порты Северного Ледовитого океана и порт Анадырь. С учетом мелкого масштаба картографирования, если в населенном пункте 2 и более морских портов, требуется создать только один пространственный объект. Для записи названия порта используйте название населенного пункта, в котором он расположен.
- Название слоя — `Sea_ports`.
- Атрибутивная таблица должна содержать два поля, см. таблицу 4.3.4.
- Для каждого объекта слоя должны быть заполнены поля `Id` и `Name`, наличие пустых ячеек не допускается.

Таблица 4.3.4

Название поля	Тип	Содержание
Id	Integer	Уникальный идентификатор объекта, все объекты должны быть пронумерованы сквозной нумерацией, начиная с единицы
Name	String	Название порта (для записи использовать русский алфавит)

E. Речные порты.

- Тип пространственных данных — точка.
- Содержание слоя — все речные порты **в границах АЗРФ**, которые находятся на реках, перечисленных в пункте 3 (судоходные реки), и отмечены на карте «Внутренние водные пути» Национального атласа России (Том 3). Карта доступна в сети интернет. Для записи названия порта используйте название населенного пункта, в котором он расположен.
- Название слоя — `River_ports`.
- Атрибутивная таблица должна содержать два поля, см. таблицу 4.3.5.
- Для каждого объекта слоя должны быть заполнены поля `Id` и `Name`, наличие пустых ячеек не допускается.

Таблица 4.3.5

Название поля	Тип	Содержание
Id	Integer	Уникальный идентификатор объекта, все объекты должны быть пронумерованы сквозной нумерацией, начиная с единицы
Name	String	Название порта (для записи использовать русский алфавит)

F. Батиметрия (уровни глубин).

- Тип пространственных данных — полигон.
- Содержание слоя — уровни глубин морского дна в границах (морских) АЗРФ. Должны быть выделены следующие уровни глубин:
 - ◊ 0–200,
 - ◊ 200–1 000,
 - ◊ 1 000–2 000,
 - ◊ 2 000–3 000,
 - ◊ 3 000–4 000,
 - ◊ 4 000–5 000,
 - ◊ глубже 5 000.

Один уровень глубин должен соответствовать одному пространственному объекту. Слой должен быть топологически корректен (объекты слоя могут иметь общую границу, но не могут иметь пространственного пересечения).

- Название слоя — **Batimetry**.
- Атрибутивная таблица должна содержать два поля, см. таблицу 4.3.6.
- Для каждого объекта слоя должны быть заполнены поля Id и Name, наличие пустых ячеек не допускается.

Таблица 4.3.6

Название поля	Тип	Содержание
Id	Integer	Уникальный идентификатор объекта, все объекты должны быть пронумерованы сквозной нумерацией, начиная с единицы
Name	String	Уровень глубин (пример записи «0–200»)

Все созданные файлы должны храниться в одной папке. Все векторные слои необходимо загрузить в проект QGIS и сохранить этот проект в папку с созданными слоями. Название папки должно быть составлено по следующему шаблону: **Название_команды_Задание_1**. Папка должна быть заархивирована в zip-архив и прикреплена в качестве ответа.

Критерии оценивания

Каждый слой оценивается отдельно.

- Корректный формат — 0,1 балла, иначе — 0 баллов.
- Корректная проекция — 0,2 балла, иначе — 0 баллов.
- Корректный тип пространственных данных — 0,1 балла, иначе — 0 баллов.
- Корректное содержание слоя — 2 балла, иначе — 0 баллов.
- Корректное название слоя — 0,1 балл, иначе — 0 баллов.
- Корректно сформированная и заполненная атрибутивная таблица — 0,5 баллов, иначе — 0 баллов.
- Если слой не открывается и открывается некорректно (утеряны сведения о проекции и т. д.), он оценивается в 0 баллов.
- Если при распаковке предоставленного архива возникают ошибки, не позволяющие работать с файлами, которые в нем содержатся, задание оценивается в 0 баллов.

Максимальное количество баллов за задачу: 18.

Решение задачи

Задание направлено на проверку навыков работы с открытыми пространственными данными, а также с базовыми операциями их геообработки в программном пакете QGIS.

Основные инструменты, которые необходимы для выполнения задания: геопривязка растров (в том случае, если векторные слои создаются на основе электронных карт в растровом формате), объединение, обрезка, разность и пересечение векторных объектов. При геообработке векторных данных могут возникать ошибки геометрии, для их устранения необходимо воспользоваться инструментом исправления геометрии.

В качестве исходных векторных данных, которые свободно распространяются в сети интернет для некоммерческого использования, можно воспользоваться:

- векторными данными Open Street Maps (скачивание возможно с помощью плагина Quick OSM (QGIS));
- векторными данными с ресурса Natural Earth;
- цифровыми моделями рельефа морского дна.

Визуализация слоя AZRF (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.1.

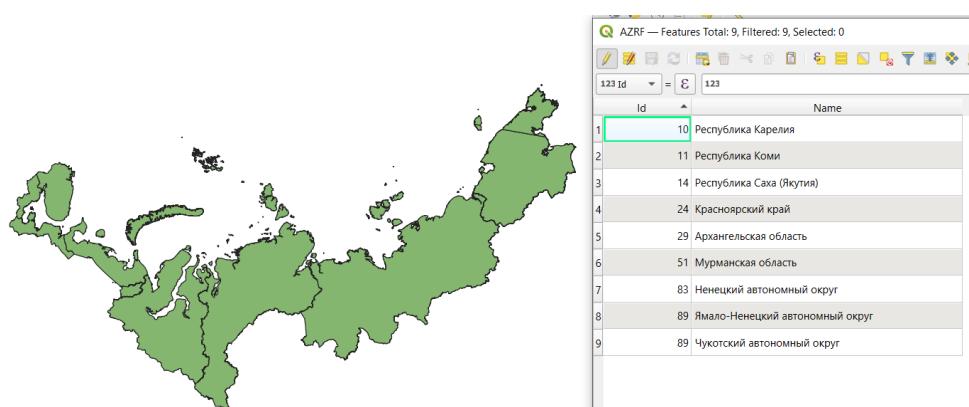


Рис. 4.3.1. Визуализация слоя AZRF (с атрибутивной таблицей)

Визуализация слоя `Arctic_sea` (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.2 (административно-территориальное деление Арктической зоны РФ на этой и последующих иллюстрациях дано для ориентира).

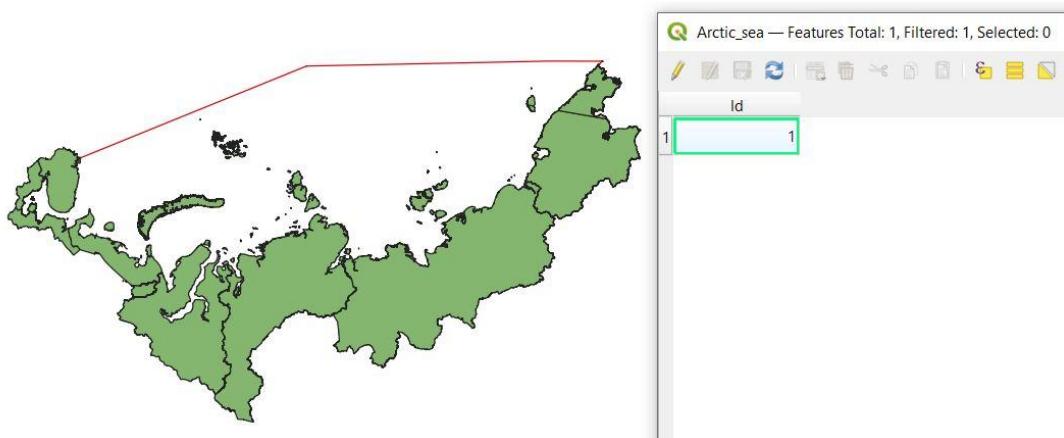


Рис. 4.3.2. Визуализация слоя `Arctic_sea` (с атрибутивной таблицей)

Визуализация слоя `Rivers` (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.3.

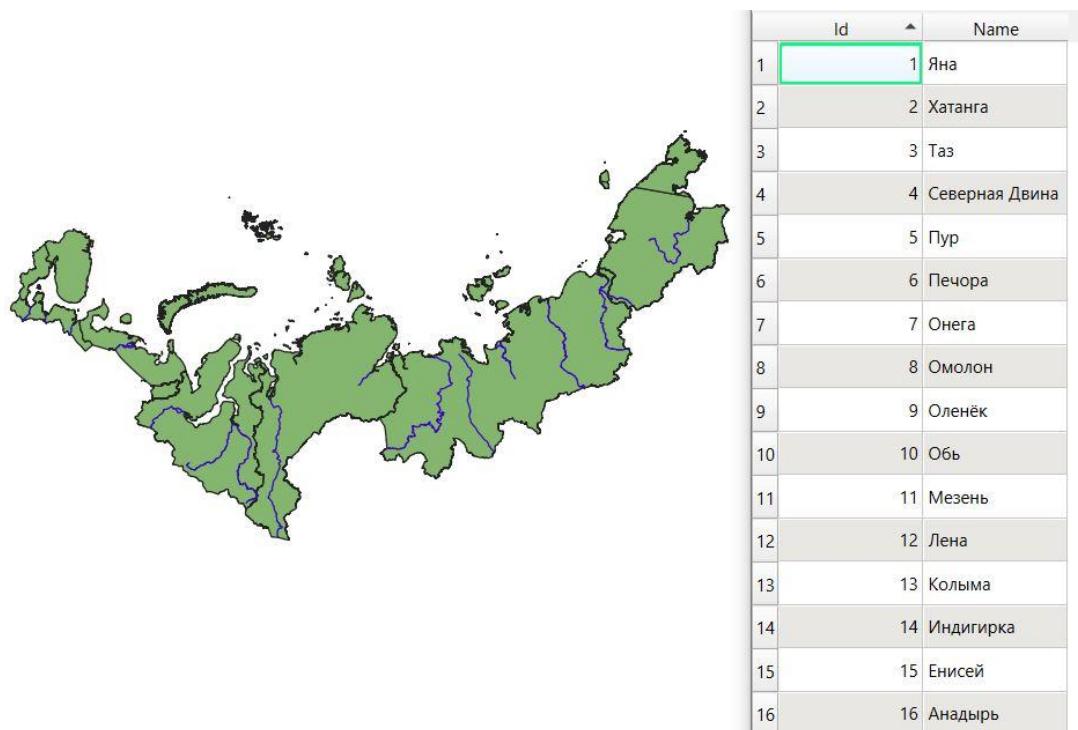


Рис. 4.3.3. Визуализация слоя `Rivers` (с атрибутивной таблицей)

Комментарии по проверке: присваивание уникального идентификатора могло происходить в произвольном порядке, то есть соотношение `Id` и названия реки у участников могло отличаться от соотношения на рис. 4.3.3. При условии сквозной нумерации от 1 до 16 все варианты засчитывались как правильные.

Визуализация слоя `Sea_ports` (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.4.

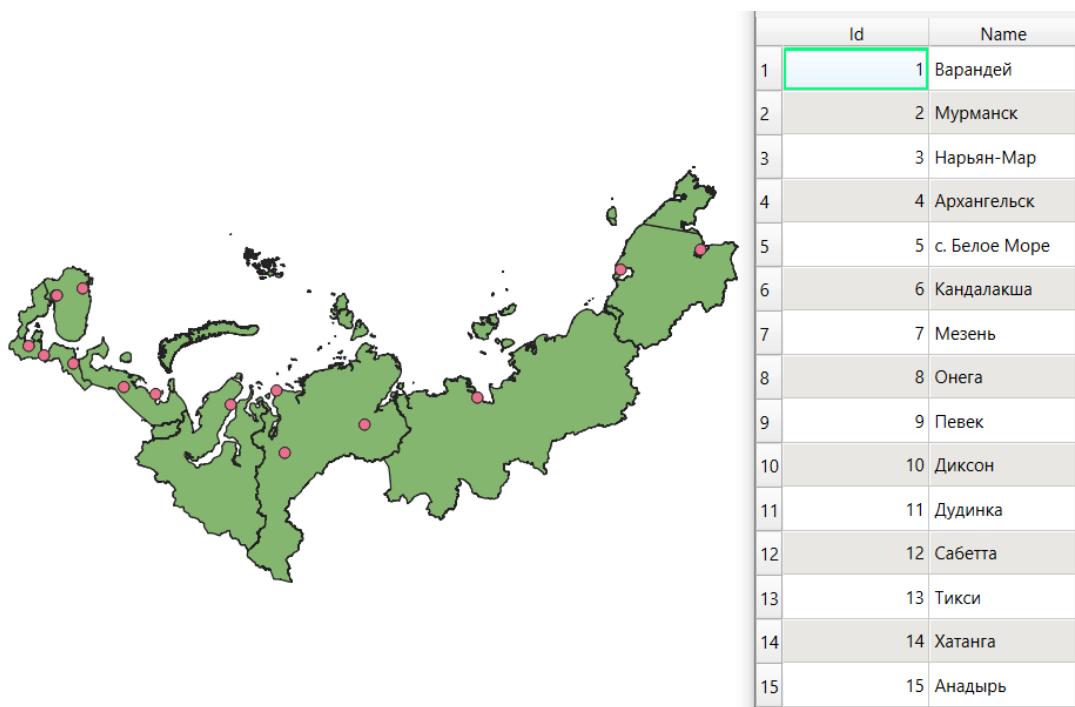


Рис. 4.3.4. Визуализация слоя Sea_ports (с атрибутивной таблицей)

Комментарии по проверке: присваивание уникального идентификатора могло происходить в произвольном порядке, то есть соотношение Id и названия населенного пункта, в котором находится порт, у участников могло отличаться от соотношения на рис. 4.3.4.

Визуализация слоя River_ports (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.5.

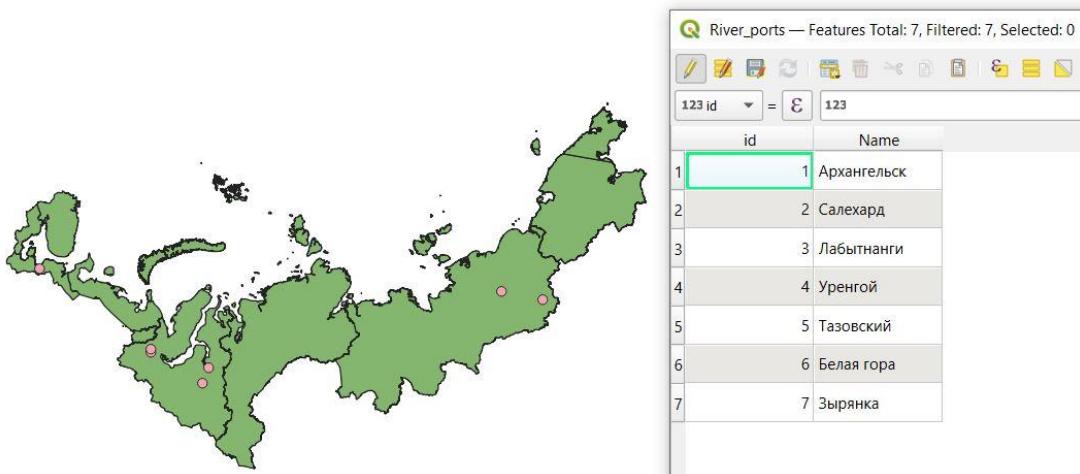


Рис. 4.3.5. Визуализация слоя River_ports (с атрибутивной таблицей)

Комментарии по проверке: присваивание уникального идентификатора могло происходить в произвольном порядке, то есть соотношение id и названия населенного пункта, в котором находится порт, у участников могло отличаться от соотношения на рис. 4.3.5.

Визуализация слоя Batimetry (с атрибутивной таблицей) на рис. 4.3.6.

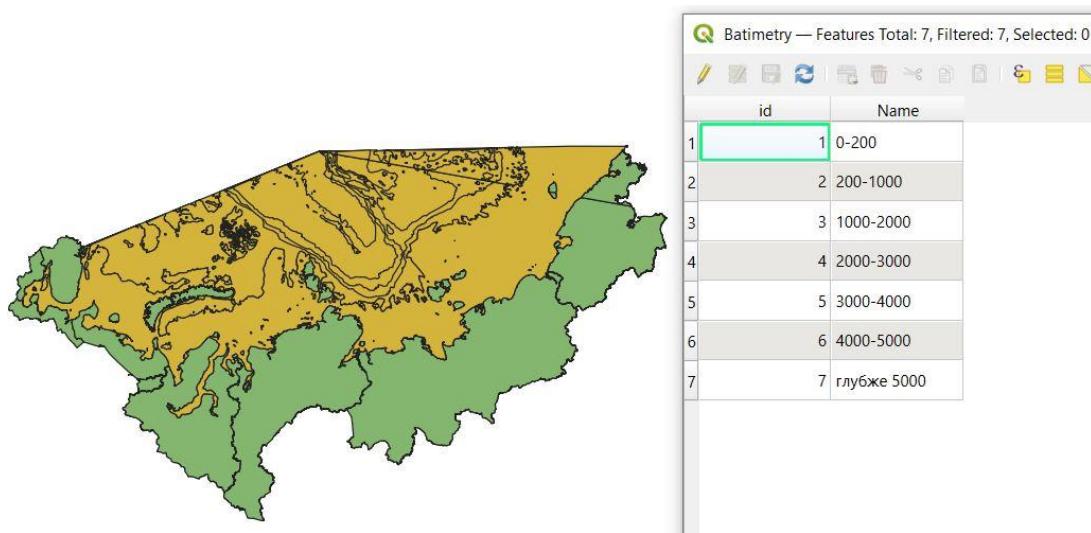


Рис. 4.3.6. Визуализация слоя Batimetry (с атрибутивной таблицей)

Задача 4.3.5.2. Создание бесшовной мозаики радиолокационных снимков (16 баллов)

В качестве исходных данных четыре радиолокационных снимка на акваторию Карского моря, полученные 9 июля 2024 года, которые можно скачать по ссылке: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/2/.

Необходимо выполнить их предварительную обработку, которая должна включать:

- калибровку снимков;
- фильтрацию тепловых шумов;
- фильтрацию спекл-шума;
- геокодирование и ортотрансформирование (при ортотрансформировании необходимо использовать цифровую модель рельефа СDEM);
- пересчет значений удельной эффективной площади рассеяния (УЭПР) в децибелы;
- экспорт обработанных сцен в формат .geotiff; для исследования типов морского льда чаще всего используется согласованная горизонтальная поляризация (НН), поэтому экспортировать в .tiff необходимо одноканальный растр, который содержит информация о значениях УЭПР, полученных радиоволнами, имеющими поляризацию НН.

Предварительную обработку необходимо осуществлять в указанной последовательности.

Требования к результатам:

- Мозаика (растр) должна быть экспортирована в растровый формат .tiff. При формировании мозаики не должно быть резких перепадов контрастности между соседними сценами. Пример мозаики, для которой не соблюдено это требование: https://disk.yandex.ru/i/IrtJj_sBoiu57Q.

- B. Растр должен быть сохранен в равновеликой азимутальной проекции (Azimuthal Equidistant).
- C. Пространственное разрешение раstra 1 000 м.
- D. Размер раstra не должен превышать 500 Мб.
- E. Растр должен открываться в геоинформационном ПО, например, в QGIS.
- F. Растр должен иметь только 1 канал.
- G. Название раstra должно быть сформировано по следующему шаблону: Название_команды_mosaic (название не должно содержать букв русского алфавита).
- H. Решение должно быть дополнено кратким отчетом, в котором перечислены все этапы обработки в верной последовательности (от первого шага к последнему) по следующему плану:
- Этап 1: исходный файл (краткое описание исходного файла) — инструмент (название и функционал инструмента) — результат (краткое описание результата работы инструмента).
 - Этап 2: исходный файл (краткое описание исходного файла) — инструмент (название и функционал инструмента) — результат (краткое описание результата работы инструмента). И так далее.
- Отчет должен быть сохранен в формат .pdf и назван по шаблону: Название_команды_Задание_2 и прикреплен в качестве ответа.

Критерии оценивания

- A. Прикреплен файл отчета, который содержит корректное описание всех этапов предварительной обработки снимков и создания бесшовной мозаики (2 балла, иначе — 0 баллов и проверка решения не осуществляется).
- B. Растр сохранен в формат .tiff (1 балл, иначе — 0 баллов).
- C. Размер раstra не превышает 500 Мб (1 балл, иначе — 0 баллов).
- D. Растр сохранен в равновеликой азимутальной проекции (Azimuthal Equidistant) (1 балл, иначе — 0 баллов).
- E. Единицы измерения УЭПР — децибелы, диапазон значений УЭПР соответствует диапазону эталонного раstra (5 баллов, иначе — 0 баллов).
- F. На мозаике нет яркостных различий между сценами (2 балла).
- G. Растр корректно открывается в геоинформационном ПО, например, в QGIS (1 балл, иначе — 0 баллов).
- H. Растр имеет только 1 канал (1 балл, иначе — 0 баллов).
- I. Гистограмма раstra соответствует гистограмме эталонного раstra (2 балла, иначе — 0 баллов).

Максимальное количество баллов за задачу: 16.

Проверка результатов осуществляется экспертом(ами) на рабочем месте команды с документированием хода проверки в специальных бланках, также в процессе проверки может быть сделана фотофиксация экрана.

Обращаем внимание на то, что обработка снимков может занимать много времени. Планируйте время таким образом, чтобы успеть сдать решение.

Решения тех команд, которые не успели предоставить материалы для проверки в указанный временной интервал, будут оценены в 0 баллов.

Результаты обработки радиолокационных снимков могут иметь большой размер, контролируйте количество свободной памяти в директориях, которые используется для сохранения результатов.

Решение задачи

Последовательность обработки радиолокационных снимков описана в тексте задания. Для создания бесшовной мозаики необходимо воспользоваться программным обеспечением Snap, основная часть обработки должна выполняться с использованием инструментов из вкладки **Radar** (рис. 4.3.7).

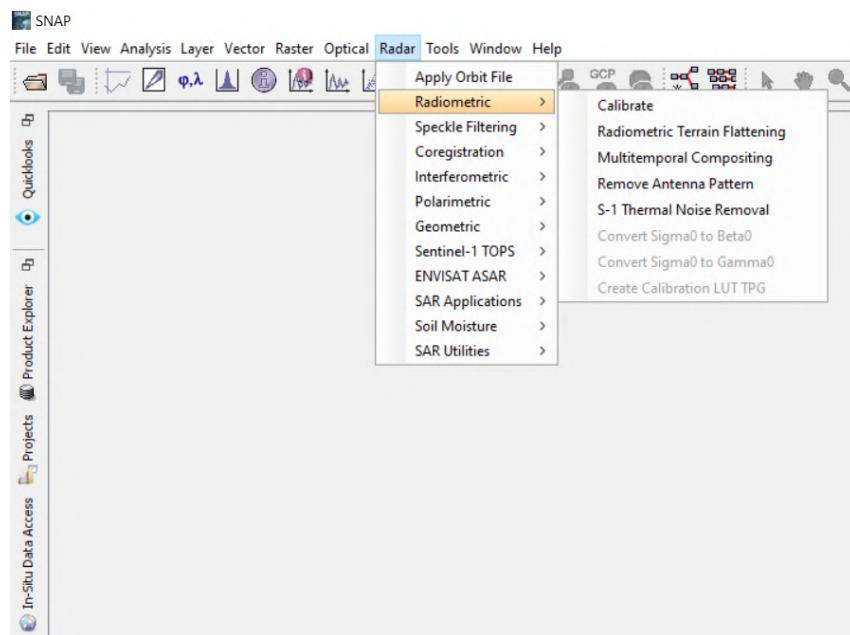


Рис. 4.3.7. Пользовательский интерфейс программы Snap

Инструменты, которые необходимо использовать на разных этапах обработки:

- A. калибровка снимков: **Radar – Radiometric – Calibrate**;
- B. фильтрация тепловых шумов: **Radar – Radiometric – S-1 Thermal Noise Removal**;
- C. фильтрация спекл-шума: **Radar – Speckle Filtering – Single Product Speckle Filter**;
- D. геокодирование и ортотрансформирование: **Radar – Geometric – Terrain Correction – Range-Doppler Terrain Correction**;
- E. пересчет значений удельной эффективной площади рассеяния (УЭПР) в децибелы: linear to dB;
- F. для создания мозаики в Snap можно воспользоваться инструментом **Raster – Geometric – Mosaicking**.

Результат создания бесшовной мозаики представлен на рисунке 4.3.8.

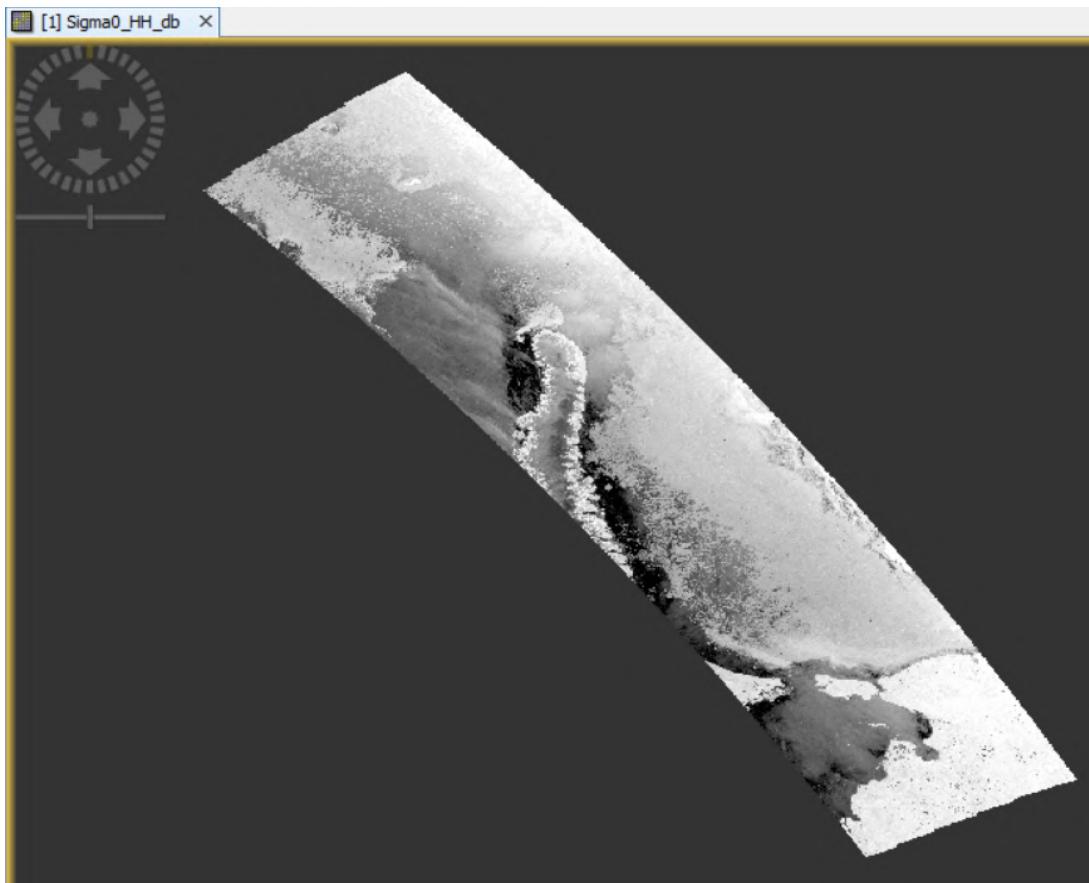


Рис. 4.3.8. Бесшовная мозаика

Задача 4.3.5.3. Автоматизированный мониторинг опасных ледяных образований (20 баллов)

Для защиты объектов морского обустройства (морских платформ, систем подводной добычи и т. д.) при разработке морских нефтегазовых месторождений на этапе эксплуатации осуществляется управление ледовой обстановкой — совокупность мероприятий, направленных на предотвращение негативного воздействия опасных ледовых образований на техногенные объекты. Для обеспечения безопасности эксплуатации объектов обустройства в северных морях выполняется дешифрирование опасных ледяных образований по данным дистанционного зондирования, а также оценка их формы, размеров, прогнозирование скорости и направления движения. Одним из основных средств мониторинга состояния ледового покрова являются радиолокационные снимки, которые могут быть получены независимо от времени суток и наличия облачности.

В рамках задания необходимо написать программный код, предназначенный для автоматизированного получения данных об айсбергах по радиолокационным снимкам. Программа должна:

- выявлять айсберги и рассчитывать их площадь;
- определять центроиды айсбергов, размеры которых отвечают поставленным условиям;
- сохранять полученные данные в векторный файл, имеющий географическую привязку и атрибутивную таблицу.

Подробные требования к программе приведены ниже.

A. Исходные данные (хранятся в корневой директории):

- 1.1. Основные (использование обязательно): директория `SAR_data`, содержащая геопривязанные фрагменты радиолокационных снимков в файлах формата `geotiff` с расширением `.tif`. Фрагменты имеют единые характеристики: пространственное разрешение 15 м/пиксель, единица измерения — децибелы.
- 1.2. Дополнительные (могут быть использованы по усмотрению команды): векторные данные OpenStreetMap в файле формата `Shape` (`osm_vector_data.shp`). Исходные данные необходимо загрузить по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/xAhb-F0JXHwp0g>.

B. Выходные данные:

- 2.1. Для каждого фрагмента снимка должен быть сформирован отдельный геопривязанный векторный файл формата `Shape`, содержащий центроиды выделенных айсбергов. В целочисленном поле `area` для каждого центроида должна быть указана площадь айсберга, которому он соответствует, в квадратных метрах. Проекция файла должна совпадать с проекцией фрагмента снимка, на основании которого он сформирован. Файлы должны сохраняться в директорию `SAR_data`, содержащую фрагменты снимков. Имя файлов формируется путем добавления к имени снимка постфикс `_icebergs`. Например, если файл снимка имеет название `image01`, векторный файл должен иметь название `image01_icebergs`.

C. Общие требования:

- 3.1. Исполняемый файл программы, исходные данные (директория с фрагментами снимков, векторные данные) должны располагаться в единой корневой директории.
- 3.2. Выходные данные сохраняются в ту же директорию, где располагаются фрагменты снимков, на основе которых они формируются.
- 3.3. В коде программы допустимо использование только относительных путей.
- 3.4. Программа предназначена для работы только с радиолокационными изображениями, характеристики которых аналогичны характеристикам исходных снимков.
- 3.5. Не допускается самопроизвольное аварийное завершение работы программы. В случае возникновения ошибки в процессе функционирования программы, в том числе в случае отсутствия необходимых для расчета исходных данных в соответствующей директории, пользователю должно выводиться сообщение об ошибке, после чего программа должна завершить работу.
- 3.6. Время выполнения обработки фрагментов снимков, общий объем которых составляет до 500 Мб, на ПЭВМ с заданными характеристиками (процессор AMD Ryzen, частота процессора не более 2,3 ГГц, объем памяти не более 8 Гб) не должно превышать 4 мин.

D. Задачи, которые должна решать программа:

- 4.1. Автоматический поиск необходимых для расчета данных в корневой директории и ее поддиректориях.
- 4.2. Автоматизированное выделение на фрагменте снимка айсбергов и расчет их площадей.
- 4.3. Определение центроидов айсбергов, площади которых равны или превышают 9 000 кв. м.
- 4.4. Сохранение центроидов в геопривязанный векторный файл формата **Shape**. В целочисленном поле **area** для каждого центроида должна быть указана площадь айсберга, которому он соответствует, в квадратных метрах. Проекция файла должна совпадать с проекцией фрагмента снимка, на основании которого он сформирован.

E. Требования к среде разработке и языку программирования:

- 5.1. Программа должна быть реализована на языке программирования **Python**.
- 5.2. Может использоваться любая среда программирования, обеспечивающая удовлетворение требований в полном объеме и соответствующая аппаратным возможностям используемой ПВЭМ.
- 5.3. При написании программы допустимо использование программных библиотек сторонних разработчиков, удовлетворяющих требованиям лицензий свободно распространяемого программного обеспечения.
- 5.4. При написании программы недопустимо использование API **Google Earth Engine**.

F. Требования к приемке программы:

- 6.1. Приемка программы осуществляется экспертом(ами) на рабочем месте команды с документированием хода проверки в специальных бланках, а также с использованием снимков экрана. Проверка работоспособности программы осуществляется методом отработки программы на тестовых данных.
- 6.2. На рабочем месте эксперта(ов) выполняется проверка корректности выходных данных и их соответствия обозначенным требованиям. Все векторные слои, полученные в результате работы программы (выходные данные), необходимо вручную скопировать из директории **SAR_data** в папку, название которой должно быть составлено по следующему шаблону: **Название_команды_Задание_3**. Также в данную папку необходимо скопировать файл с кодом программы (с расширением **.py**). Папка должна быть заархивирована в **zip**-архив и прикреплена в качестве ответа не позднее 16.45 26 февраля 2025 года. Решения команд, которые не успели предоставить материалы для проверки в указанный временной интервал, будут оценены в 0 баллов. Приемка программы экспертами будет осуществляться с 16.45 до 18.00.

Критерии оценивания

- A. До 16.45 26 февраля 2025 года не прикреплена заархивированная папка с файлом, содержащим код программы (файл с расширением **.py**), и с векторными слоями, полученными в результате работы программы (выходными данными) – 0 баллов за задание, проверка завершается.

- B. Исполняемый файл программы, исходные данные (директория с фрагментами снимков, векторные данные) располагаются в единой корневой директории — 0,5 балла. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- C. Программа не запускается — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- D. При написании программы используются только программные библиотеки, удовлетворяющие требованиям лицензий свободно распространяемого программного обеспечения. Не используется API Google Earth Engine — 0,5 балла. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- E. Выполняется автоматический поиск необходимых для расчета данных в корневой директории и ее поддиректориях. В коде программы используются только относительные пути — 1 балл. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- F. Выходные данные сохраняются в ту же директорию, где располагаются фрагменты снимков, на основе которых они формируются — 0,5 балла. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- G. Название директории, содержащей фрагменты снимков, и названия векторных файлов, полученных в результате работы программы (выходные данные) отвечают требованиям — 1 балл. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- H. В результате работы программы для каждого фрагмента снимка из директории `SAR_data` сформирован отдельный векторный файл формата `Shape`, содержащий центроиды выделенных айсбергов. Название каждого файла соответствует требованиям. Каждый файл корректно открывается в ГИС с сохранением геопривязки и таблицы атрибутов — 6 баллов. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- I. Проекция каждого векторного файла совпадает с проекцией фрагмента снимка, на основании которого он сформирован — 1 балл. Иначе — 0 баллов.
- J. Каждый векторный слой с центроидами имеет целочисленное поле `area`, где для каждого центроида указана площадь айсберга, которому он соответствует, в квадратных метрах — 3 балла. Иначе — 0 баллов.
- K. По результатам проверки корректности выходных данных и их соответствия обозначенным требованиям экспертами установлено: что выделены только айсберги (слои не содержат центроиды иных объектов); что поле `area` заполнено для каждого объекта каждого слоя; что площади айсбергов, для которых определены центроиды, равны или превышают 9 000 кв. м. (на основе таблицы атрибутов); что слои имеют верную геометрию — 5 баллов. Иначе — 0 баллов.
- L. Время выполнения обработки фрагментов снимков, общий объем которых составляет до 500 Мб, на ПЭВМ с заданными характеристиками не превышает 2 мин — 0,5 балла. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- M. Не происходит самопроизвольное аварийное завершение работы программы. В случае возникновения ошибки в процессе функционирования программы пользователю выводится сообщение об ошибке, после чего программа завершает работу — 1 балл. Иначе — 0 баллов за задание, проверка завершается.
- N. Обнаружена фальсификация данных — 0 баллов за задание, проверка завершается.

При необходимости экспертами может быть запрошено объяснение алгоритма работы программы в формате устного собеседования. В случае, если команда не может объяснить алгоритм работы программы, баллы команды за задание аннулируются.

Максимальное количество баллов за задачу: 20.

Решение

Python

```

1 import rasterio
2 import geopandas as gpd
3 from shapely.geometry import Point
4 from skimage import measure, morphology
5 from scipy import ndimage
6 from rasterio.mask import mask
7 import os
8
9 def detect_iceberg_centroids(radar_image_path, osm_shapefile_path,
10     ↪ output_shapefile_path, threshold=0.2, min_size=100):
11
12     try:
13         with rasterio.open(radar_image_path) as src:
14             radar_data = src.read(1)
15             profile = src.profile
16             transform = src.transform
17             crs = profile['crs']
18
19             gdf_land = gpd.read_file(osm_shapefile_path)
20
21             if gdf_land.crs != crs:
22                 gdf_land = gdf_land.to_crs(crs)
23
24             geometries = [geom for geom in gdf_land.geometry]
25
26             masked_radar_data, mask_transform =
27                 ↪ mask(dataset=rasterio.open(radar_image_path),
28                 ↪ shapes=geometries, crop=False, all_touched=True,
29                 ↪ invert=True, filled=True)
30
31             masked_radar_data = masked_radar_data[0]
32
33             binary_image = masked_radar_data > threshold
34
35             labeled_image = measure.label(binary_image, connectivity=2)
36             regions = measure.regionprops(labeled_image,
37                 ↪ masked_radar_data)
38
39             centroids = []
40             properties = []
41
42             for region in regions:
43                 if region.area >= min_size:
44                     row, col = region.centroid
45
46                     x, y = transform * (col, row)
47
48                     point = Point(x, y)

```

```

44             centroids.append(point)
45
46             properties.append({
47                 'area': region.area * 225
48             })
49
50         gdf = gpd.GeoDataFrame(properties, geometry=centroids,
51                             crs=crs)
52
53         gdf.to_file(output_shapefile_path, driver='ESRI Shapefile')
54
55     except Exception as e:
56         print(f"Произошла ошибка: {e}")
57
58 if __name__ == '__main__':
59
60     directory = os.fspath('SAR_data')
61     n = 0
62
63     for file in os.listdir('SAR_data'):
64         filename = os.fspath(file)
65         print(filename)
66         if filename.endswith('.tif'):
67             detect_iceberg_centroids('SAR_data/' + filename,
68                                     'osm_vector_data.shp', 'SAR_data/' +
69                                     os.path.splitext(filename)[0] + '_icebergs.shp',
70                                     threshold=0.6, min_size=40)
71             n = n + 1
72
73     if (n == 0):
74         print("Исходные данные отсутствуют.")

```

Задача 4.3.5.4. Анализ ледовой обстановки по радиолокационным снимкам (20 баллов)

Для решения можно использовать только то ПО, которое описано в правилах заключительного этапа, исключением является среда разработки программного кода. Допускается использовать ту среду, которая привычна.

Задание 1.

Шероховатость — одно из важнейших свойств объектов, которое определяет их яркость на снимках. Морские льды в период их таяния — очень динамичный объект. Их яркость на радиолокационных снимках зависит от наличия воды и снега на поверхности ледяных полей, их солености, размера льдин. Дешифрирование типов льдов по яркостных характеристикам затруднено тем, что диапазоны значений УЭПР для различных типов льда могут пересекаться.

Даны:

- Бесшовная мозаика снимков: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/4/Mosaic.tif.
- Векторный слой Land (поверхность суши): https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/4/Land.zip.

Необходимо проанализировать, сколько типов поверхностей можно выделить по созданной мозаике снимков в границе акватории, обосновать количество выделяемых поверхностей². Количество типов поверхностей должно быть обосновано с использованием статистических методов анализа.

Отчет, в котором указано количество типов поверхностей и приведено обоснование этого количества, необходимо сохранить в документ формата .pdf и загрузить в качестве ответа. Название файла должно быть создано по шаблону: **Название_команды_Задание_4_1**.

Критерии оценивания

- Правильно указано количество типов поверхностей — 2 балл. Иначе — 0 баллов.
- Приведено обоснование количества поверхностей с использованием статистических методов анализа — 5 баллов. Иначе — 0 баллов.

Решение задачи

- A. В условии сказано, что количество поверхностей необходимо определить для акватории, которая отображена на мозаике. Кроме того, в условии сказано, что обоснование количества поверхностей должно описаться на статистические методы анализа. Так как на мозаике кроме акватории есть достаточно большие по площади участки суши, которые очень разнородны по своим свойствам, на первом этапе работы необходимо наложить на мозаику маску суши (в **Snap Raster – Masks – Land/Sea Mask**). Для этого необходимо использовать слой **Land**. Из мозаики должны были исключены пиксели, которые имеют пространственное пересечение со слоем **Land** (рис. 4.3.9).

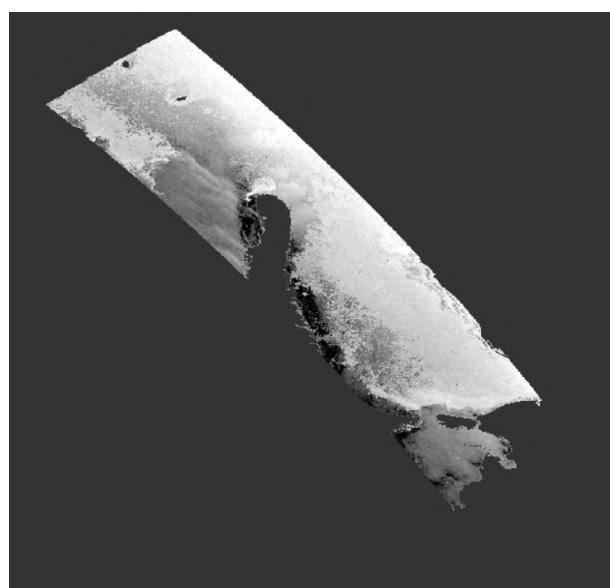


Рис. 4.3.9. Результат наложения маски суши

²Под поверхностью в данном задании понимается совокупность пикселов со схожими яркостными характеристиками.

В. После наложения маски суши необходимо построить гистограмму полученного растра. И по количеству пиков гистограммы определить количество поверхностей.

Ответ: 3.

Комментарии

Следующая задача становится доступной только загрузки ответа на задание 1. Затем верный ответ (правильное количество поверхностей) узнают участники.

За неверное решение задания 1 не начисляются баллы, однако его неверное решение не приводит к невозможности правильно решить следующие этапы задания.

Задание 2.

Соотнесите выделенные поверхности с реальными природными объектами (если выделенные поверхности объединяют несколько природных объектов, необходимо дать название всем объектам). Создайте классификатор для всех типов поверхностей, заполнив таблицу 4.3.7. Классификатор необходимо добавить в файл с обоснованием количества поверхностей.

Таблица 4.3.7

Code	Название поверхности	Диапазон значений УЭПР, дБ	Медиана значений УЭПР, дБ
111			
112			
113			

Code (уникальный идентификатор класса поверхности) формируется по следующему правилу:

- классификатор начинается с кода 111, далее для каждой последующей выделенной поверхности классификатор увеличивается на 1;
- коды должны быть присвоены поверхностям в порядке уменьшения их площади, то есть код 111 должен быть присвоен той поверхности, которая занимает максимальную площадь, 113 — минимальную площадь; название поверхности — текстовое наименование реального природного объекта(ов), с которым(и) соотнесена выделенная поверхность.

Диапазон значений УЭПР, дБ — диапазон значений УЭПР (минимальное значение — максимальное значение) с точностью до первого знака после запятой.

Медиана значений УЭПР должна быть определена с точностью до первого знака после запятой.

Должны быть заполнены все ячейки таблицы. Если в таблице есть незаполненные ячейки, классификатор будет оценен в 0 баллов.

Критерии оценивания

- За каждую правильно названную поверхность присваивается по 2 балла.
- Классификатор соответствует всем требованиям к оформлению и заполнению — 1 балл. Иначе — 0 баллов.

Решение задачи

После завершения решения задания 1 известно, что на снимке можно выделить три типа поверхностей.

Чтобы выполнить описание этих поверхностей и заполнить классификатор, необходимо разделить все пиксели снимка на три группы. Выполнить эту операцию можно двумя способами: с помощью неконтролируемой классификации или с помощью переклассификации раstra по пороговым значениям, которые можно определить по гистограмме снимка.

После получения классифицированного раstra его необходимо сопоставить с полученной на предыдущих этапах мозаикой. В качестве дополнительного источника информации можно использовать снимки Modis (синтезированные в натуральной цветопередаче), которые свободно распространяются в сети интернет (<https://geoworldview.ssec.wisc.edu>).

В рамках второго этапа Олимпиады (задание 2 задачи 3.2.1.2 «Дешифрирование типов льда») дан снимок, полученный 5 июля 2024 года (за 4 дня до получения снимка, который предоставлен для решения задания 4 заключительного этапа) на акваторию устья Обской губы (рис. 4.3.10). В условии задания было дано: «Внутри границы исследования на акватории Обской губы в момент съемки можно выделить: открытую воду, припай (однолетний лед средней толщины), однолетний тонкий лед, однолетний тающий лед». Эту информацию можно использовать в качестве подсказки.



Рис. 4.3.10. Фрагмент снимка, который дан для решения задания 2.2. второго этапа Олимпиады

Таким образом, по предварительно обработанной мозаике снимков можно выделить следующие поверхности:

- лед / однолетний тонкий лед / однолетний тающий лед (принимался любой из перечисленных вариантов) (Code – 111);
- взволнованная вода (Code – 112);
- спокойная вода (Code – 113).

Значения УЭПР для выделенных поверхностей можно получить, используя инструмент «Зональная статистика».

Задача 3.

Дан векторный слой **Setka**: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/4/Setka.zip.

Необходимо каждой ячейке скачанного слоя **Setka** присвоить уникальный идентификатор типа поверхности согласно сделанному на предыдущем шаге классификатору. Для записи уникального идентификатора типа поверхности создается целочисленное поле атрибутивной таблицы, оно должно быть названо **Code** (атрибутивная таблица должна содержать только два поля: **id**, **Code**).

Ячейке присваивается уникальный идентификатор той поверхности, пиксели которой чаще других пикселей встречаются в границах анализируемой ячейки.

Из слоя исключаются все ячейки, которые не классифицированы как одна из поверхностей (согласно классификатору).

После завершения заполнения атрибутивной таблицы ее необходимо сохранить в файл формата **.csv**. Таблица должна быть отсортирована по полю **id** в порядке возрастания уникальных идентификаторов объектов. Разделитель — запятая.

Файл формата **.csv** должен содержать только два поля, описанные в условии. Поля должны соответствовать условиям, описанным в тексте.

Если прикрепленная таблица не отвечает поставленным в задании требованиям — ее проверка не будет осуществлена, решение команды будет оценено в 0 баллов.

Критерии оценивания

- Если таблица команды на 90–100% соответствует эталону — 10 баллов.
- Если таблица команды на 80–90% соответствует эталону — 6 баллов.
- Если таблица команды на 60–80% соответствует эталону — 4 балла. Иначе — 0 баллов.

Решение задачи

Необходимо использовать результат классификации или переклассификации растра по пороговым значениям, слой сетки и инструмент **Зональная статистика** (**Большинство / Majority**).

Так как участники могут решить задачу разными способами, решение проверяется индивидуально у каждой команды, при необходимости проводятся собеседования. Для упрощения визуального анализа результатов в сборнике публикуется пример одного из вариантов решения (рис. 4.3.11), а не таблица **csv** (для получения которой необходимо экспорттировать атрибутивную таблицу слоя **Сеть** после использования инструмента **Зональная статистика**, в формат **csv**).

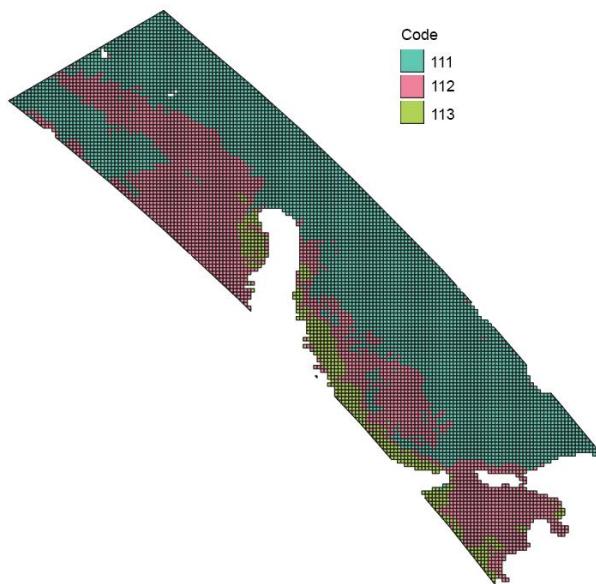


Рис. 4.3.11. Визуализация одного из возможных решений задания 3

Задача 4.3.5.5. Разминка (1 балл)

Укажите любой топоним (название улицы, площади, парка и так далее) города, из которого приехала команда участников, связанный с Арктикой.

Если участники команды из разных городов — укажите топоним из любого города.

Если в городе нет топонима, связанного с Арктикой, назовите фамилию исследователя, родившегося в городе, который связан с Арктикой.

Ответ запишите в следующей форме: «Название города — топоним» или «Название города — фамилия исследователя».

Критерии оценивания

1 балл за корректный ответ.

Решение задачи

Ответ: один из вариантов ответа: «г. Воронеж — улица Челюскинцев».

Задача 4.3.5.6. Анализ экологической обстановки (12 баллов)

Требуется ответить на несколько вопросов. Ответы необходимо внести в бланк ответов. Бланк ответов можно найти в Приложении 1 (ссылка на скачивание: <http://disk.yandex.ru/i/iDps-2dnv78CjQ>).

После заполнения бланка ответов его нужно сохранить в файл формата .pdf. Название файла должно быть сформировано по следующему шаблону: Название_команды_задание_6. Файл необходимо загрузить в качестве решения.

Дан радиолокационный снимок, полученный в интерферометрическом режиме: https://disk.yandex.ru/d/_XCKz7ovBRh3Zw. Такие снимки позволяют получать информацию о направлении и скорости ветра, которая нужна для прогноза дрейфа нефтяных разливов и планирования мероприятий по минимизации последствий этих разливов.

Выполните обработку радиолокационного снимка (только для поляризации VV), которая должна включать следующие этапы (последовательность этапов должна быть сохранена):

- Удаление тепловых шумов.
- Применение орбитального файла.
- Удаление шума на границе сетки (Remove GRD Border Noise).
- Оценка поля ветра.
- Геокодирование и ортотрансформирование (ЦМР — СДЕМ, проекция — auto utm, пространственное разрешение 100 метров).

Определите скорость ветра в метрах в секунду с точностью до первого знака после запятой в точке с координатами 32,1684663° в. д., 73,3864189° с. ш. (WGS-84) (запишите ответ в пункт 1 Приложения 1).

Правильный ответ оценивается в 5 баллов, иначе — 0 баллов.

В качестве дополнительной информации для анализа экологического состояния акватории даны:

- Температуры морской поверхности (Sea Surface Temperature)**, полученные по результатам съемки спектрорадиометром MODIS: <https://disk.yandex.ru/d/9i6j1AXoZHEdnw>.

В границах слоя **Oblast** (ссылка для скачивания https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/6/Oblast.zip) необходимо определить:

- Минимальную температуру в градусах Цельсия с точностью до двух знаков после запятой (запишите ответ в пункт 2 Приложения 1). Правильный ответ оценивается в 1 балл, иначе — 0 баллов.
- Максимальную температуру в градусах Цельсия с точностью до двух знаков после запятой (запишите ответ в пункт 3 Приложения 1). Правильный ответ оценивается в 1 балл, иначе — 0 баллов.

Ответьте на вопрос: «Какому природному объекту соответствует минимальное значение температуры?» (Запишите ответ в пункт 4 Приложения 1.) Правильный ответ оценивается в 3 балла, иначе — 0 баллов.

B. Концентрации хлорофилла-а (*Chlorophyll Concentration*), полученные по результатам съемки спектрорадиометром MODIS: https://disk.yandex.ru/d/hwFkEPENV_G19w.

В границах слоя *Oblast* (ссылка для скачивания: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/6/Oblast.zip) необходимо определить:

- Минимальную концентрацию хлорофилла-а в миллиграммах на кубический метр с точностью до двух знаков после запятой (запишите ответ в пункт 5 Приложения 1). Правильный ответ оценивается в 1 балл, иначе — 0 баллов.
- Максимальную концентрацию хлорофилла-а в миллиграммах на кубический метр с точностью до двух знаков после запятой (запишите ответ в пункт 6 Приложения 1). Правильный ответ оценивается в 1 балл, иначе — 0 баллов.

Решение задачи

Решать задание необходимо по следующему плану:

- A. Выполнить обработку радиолокационного снимка согласно плану.
- B. Экспортировать обработанный растр в формат **.tiff**, полученные векторные данные в формат **.shape**.
- C. Добавить результаты обработки в Qgis.
- D. Создать точечный объект, который имеет координаты $32,1684663^{\circ}$ в. д., $73,3864189^{\circ}$ с. ш.
- E. Определить скорость ветра в этой точке.
- F. Добавить в QGIS слой *Oblast*.
- G. Добавить в QGIS предоставленные растры температуры морской поверхности и концентрации хлорофилла-а.
- H. С помощью инструмента **Зональная статистика** выполнить расчет минимальных и максимальных значений показателей.

Ответ:

- A. $1,2 \pm 0,1$.
- B. $-3,88$.
- C. $12,11$.
- D. Облако.
- E. $1,36$.
- F. $7,89$.

Задача 4.3.5.7. Анализ сплоченности морского льда (10 баллов)

Сплоченность морского льда — величина, которая характеризует степень покрытия поверхности воды льдом. Сплоченность льда определяет его проходимость и является важной характеристикой для обеспечения безопасной навигации по северным морям.

Для оценки сплоченности в данном задании необходимо оценить долю площади каждой ячейки, занятую льдом.

Если сплоченность льда в ячейке 1/10 — это означает, что 1/10 часть ячейки покрыта льдом.

Дан слой **Setka**: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/7/Setka.zip.

Вносить изменения в поле **Id** слоя **Setka** запрещено.

Дан растр: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/7/Class.tif, в котором 0 — соответствует льду, 1 — взволнованной водной поверхности, 2 — спокойной воде, 255 — no data.

Каждой ячейке скачанного слоя с сеткой **Setka** требуется присвоить балл сплоченности льда согласно таблице 4.3.8. Для этого необходимо создать целочисленное поле атрибутивной таблицы С (латинский алфавит).

Таблица 4.3.8

Сплошенность	Code
Чистая вода	11
Менее 1/10	0
1/10	1
2/10	2
3/10	3
4/10	4
5/10	5
6/10	6
7/10	7
8/10	8
9/10	9
Более 9/10, менее 10/10	99
10/10	10
Не определена или неизвестна	22

Значение сплошенности рассчитывается для каждой ячейки слоя сетки.

Перед началом расчетов слой **Setka** должен быть обрезан слоем **Land** (ссылка на скачивание: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/7/Land.zip).

Расчет площадей необходимо выполнять в квадратных километрах с точностью до второго знака после запятой.

Расчет площадей должен быть осуществлен с помощью функции **\$area**.

Площади должны быть рассчитаны в проекции World Azimuthal Equidistant (EPSG: 54032).

После завершения заполнения атрибутивной таблицы ее необходимо сохранить в файл формата `.csv`. Таблица должна быть отсортирована по полю `id` в порядке возрастания уникальных идентификаторов объектов. Разделитель — запятая.

Файл `csv` должен содержать только две колонки: `id`, С.

В поле С могут содержаться только значения из столбца `Code` таблицы [4.3.8](#).

При наличии в столбце С пустых ячеек или ячеек, значения которых не соответствует ни одному из значений столбца `Code` таблицы [4.3.8](#), решение будет оценено в 0 баллов.

При наличии в файле `csv` каких-либо столбцов, кроме `id` и С, решение будет оценено в 0 баллов.

Название файла должно быть создано по шаблону: `Название_команды_Задание_7`.

Критерии оценивания

- Если таблица команды на 90–100% соответствует эталону — 10 баллов.
- Если таблица команды на 80–90% соответствует эталону — 6 баллов.
- Иначе 0 баллов.

Решение задачи

Решение нужно осуществлять по следующему плану:

- A. На основе выданного растра создать произвольный растр с двумя классами объектов (лед и вода).
- B. Выполнить разность слоев `Setka` и `Land` (результат на рисунке [4.3.12](#), увеличенный фрагмент результата на рисунке [4.3.13](#)).



Рис. 4.3.12. Результат разности слоев `Setka` и `Land`

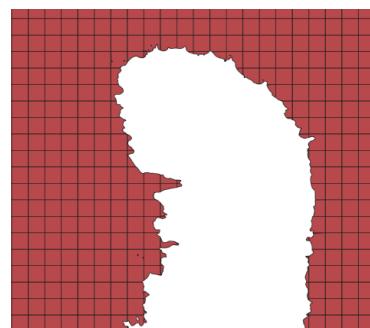


Рис. 4.3.13. Результат разности слоев **Setka** и **Land**, увеличенный фрагмент

- C. Для слоя, полученного на предыдущем шаге, выполнить расчет площади ячейки или ее части.
- D. Выполнить векторизацию растра, полученного в рамках первого этапа решения (получить векторное представление льда и воды).
- E. Оценить площадь льда в каждой ячейке слоя, полученного в рамках третьего этапа решения.
- F. Оценить сплоченность льда в каждой ячейке согласно поставленным в задаче условиям.

Так как участники могут решить задачу разными способами, решение проводится индивидуально у каждой команды. Для упрощения визуального анализа результатов в сборнике публикуется пример одного из вариантов решения (рис. 4.3.14), а не таблица **csv**.

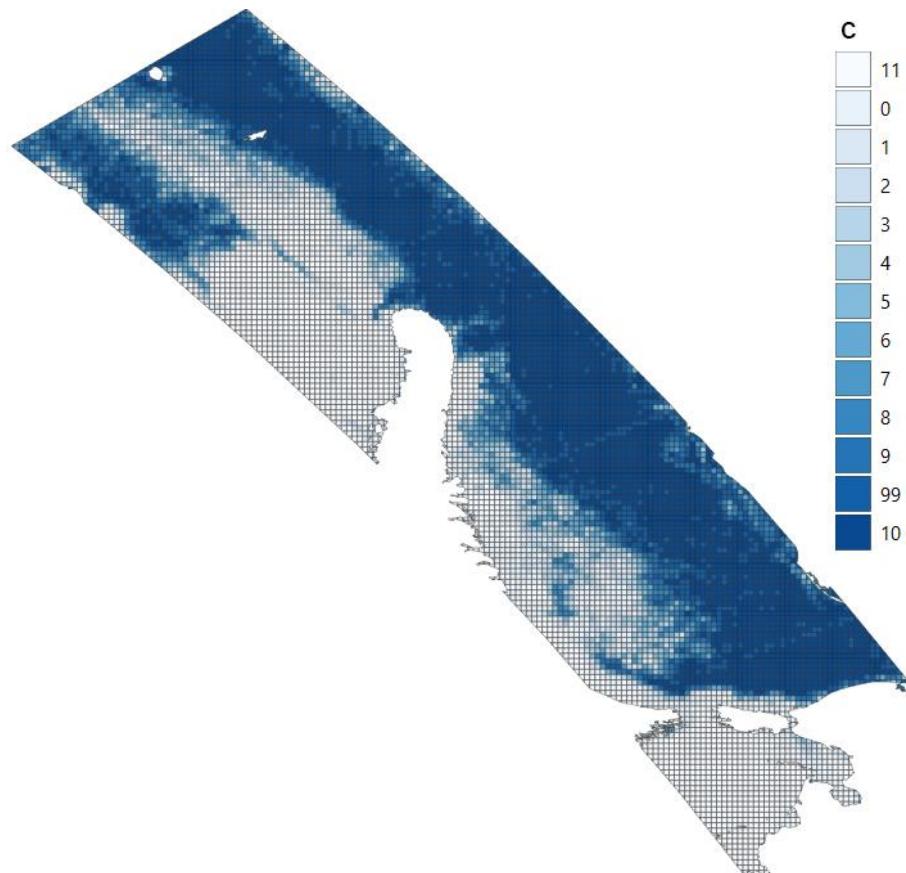


Рис. 4.3.14. Результат расчета сплоченности льда

Задача 4.3.5.8. Мониторинг судов с использованием данных радиолокационного наблюдения и систем автоматической идентификации (9 баллов)

Наряду с системами автоматической идентификации (АИС) для отслеживания положения судов широко применяются данные радиолокационной съемки. Дан фрагмент радиолокационного снимка, полученного съемочной системой Sentinel-1 (НН поляризация), а также данные АИС. Информация о координатной привязке фрагмента снимка утеряна, однако известно, что на нем отображена восточная часть острова Белый, расположенного в Карском море, северное побережье острова Шокальского, остров Вилькицкого, а также одно из судов, информация о котором есть в файле с данными АИС.

Исходные данные необходимо загрузить по ссылке: https://disk.yandex.ru/d/-4j93jc0H_cXJw/8/.

В рамках данного задания требуется определить:

- A. Наименование судна, отображеного на фрагменте снимка.
- B. Дату получения снимка.
- C. Время получения снимка с точностью до 10 мин.
- D. Время захода судна, отображеного на фрагменте снимка, в территориальные воды Российской Федерации с точностью до 10 мин.
- E. Координаты точки, в которой находилось отображенное на фрагменте снимка судно в момент отправки последнего сигнала, сохраненного в файле с данными АИС (широта и долгота в десятичных градусах, система координат WGS 84 / EPSG:4326).

По результатам выполнения задания необходимо заполнить таблицу 4.3.9. Таблица, пример и правила ее заполнения приведены ниже. Файл с заполненной таблицей требуется сохранить под названием Название_команды_Задание_8 в формате .pdf и направить в качестве ответа не позднее 18:00 28 февраля 2025 года.

Таблица 4.3.9

1	Наименование судна ¹	Адмирал Ушаков
2	Дата получения снимка ²	31.05.2024
3	Время получения снимка ³	21:10
4	Время захода судна в территориальные воды РФ ³	22:55
5	Координаты ⁴	10.333; 40.888

¹ — копируется из данных АИС, при этом язык, регистр символов, падеж должны совпадать.

² — в формате дд.мм.гггг.

³ — в формате чч.мм.

⁴ — десятичные градусы, округленные до тысячных (разделитель — точка); сначала указывается широта, затем долгота через точку с запятой и пробел; система координат WGS 84 / EPSG:4326.

До 18:00 необходимо загрузить решение и удостовериться, что ответ сохранен системой. Советуем загружать решения хотя бы за 10 мин до дедлайна. Если команда не успеет загрузить файл с ответами — задание будет оценено в 0 баллов.

Критерии оценивания

- A. Правильно определено и внесено в таблицу наименование судна — 1,5 балла. Иначе — 0 баллов.
- B. Правильно определена и внесена в таблицу дата получения снимка — 1,5 балла. Иначе — 0 баллов.
- C. Правильно определено и внесено в таблицу время получения снимка — 3 балла. Иначе — 0 баллов.
- D. Правильно определено и внесено в таблицу время захода судна в территориальные воды РФ — 1,5 балла. Иначе — 0 баллов.
- E. Правильно определены и внесены в таблицу координаты точки, в которой находилось судно в момент отправки последнего сигнала, сохраненного в файле с данными АИС — 1,5 балла. Иначе — 0 баллов.
- F. Название файла не соответствует требуемому, и команда не может быть идентифицирована — 0 баллов за задание.
- G. Формат файла не соответствует требуемому, и файл не может быть открыт в текстовом редакторе — 0 баллов за задание.

При необходимости экспертами может быть запрошено объяснение порядка получения ответов в формате устного собеседования. В случае, если команда не может объяснить, как получен хотя бы один из ответов, баллы команды за задание аннулируются.

Максимальное количество баллов за задачу: 9.

Решение

Ход решения:

- A. На основе данных об объектах, отображенных на фрагменте снимка (восточная часть острова Белый, расположенного в Карском море, северное побережье острова Шокальского, остров Вилькицкого), выполнить геопривязку фрагмента снимка в ГИС (инструмент «Привязка растров...»).
- B. Импортировать данные АИС из файла .csv. (**Источники данных — Текст с разделителями.**) При импорте задать разделитель, систему координат (EPSG: 4326 — WGS 84) и указать столбцы, содержащие широту и долготу точек.
- C. Дешифрировать судно на фрагменте снимка. Определить, какая точка из слоя с данными АИС находится ближе всего к судну.
- D. Открыть таблицу атрибутов слоя с данными АИС. Для найденной точки по таблице атрибутов определить название судна.
- E. Дата получения снимка совпадает с датой получения сигнала для найденной точки, указанной в таблице атрибутов.
- F. В качестве времени получения снимка можно указать время получения сигнала для найденной точки (снимок получен 2 мин ранее).

- G. Определить время захода судна в территориальные воды Российской Федерации возможно с использованием данных OpenStreetMap и атрибутивной таблицы слоя с данными АИС. На основе данных о времени принятия сигналов от судна в день получения снимка необходимо установить направление движения судна и определить место захода судна в территориальные воды. Среди точек, соответствующих сигналам, принятым в дату получения снимка и находящихся в пределах территориальных вод РФ, по таблице атрибутов требуется найти точку с наиболее ранним временем.
- H. Для определения координат точки, в которой находилось отображенное на фрагменте снимка судно в момент отправки последнего сигнала, сохраненного в файле с данными АИС, необходимо определить все точки, соответствующие сигналам от судна, принятым в дату получения снимка. Затем среди данных точек по таблице атрибутов требуется найти точку с наиболее поздним временем и указать в качестве ответа ее координаты.

Ответ:

- A. Наименование судна «Ярослав Мудрый».
- B. Дата получения снимка 16.08.2018.
- C. Время получения снимка 01:56 (UTC ± 0:00).
- D. Время захода судна в территориальные воды РФ 04:02 (UTC ± 0:00).
- E. Координаты 69.727; 73.258.

4.3.6. Материалы для подготовки

1. Вводный курс по профилю АКСиГД: <https://stepik.org/course/213771/syllabus?auth=login>.
2. Обзор основных направлений использования снимков Sentinel-1: <https://sentiwiki.copernicus.eu/web/s1-applications>.
3. Руководство пользователя QGIS: https://doc.qgis.org/3.34/ru/docs/user_manual/.
4. Руководство пользователя Snap: <https://step.esa.int/main/doc/tutorials/>.

5. 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 и инженерному туре не менее 45,0 баллов, независимо от уровня.

Второй отборочный этап

Количество баллов, набранных при решении всех задач второго отборочного этапа, суммируется. Победители второго отборочного этапа должны были набрать не менее 76,0 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 106,00 баллов: команда, набравшая наибольшее число баллов среди других команд, становилась командой-победителем.

Все результаты команд нормировались по формуле:

$$\frac{100 \times x}{MAX},$$

где x — число баллов, набранных командой,

MAX — число баллов, максимально возможное за инженерный тур.

В заключительном этапе олимпиады индивидуальные баллы участника складываются из двух частей, каждая из которых имеет собственный вес: баллы за индивидуальное решение задач по предмету 1 (информатика) с весом $K_1 = 0,2$,

по предмету 2 (география) с весом $K_2 = 0,2$, баллы за командное решение задач инженерного тура с весом $K_3 = 0,6$.

Итоговый балл определяется по формуле:

$$S = K_1 \cdot S_1 + K_2 \cdot S_2 + K_3 \cdot S_3,$$

где S_1 — балл первой части заключительного этапа по информатике (предметный тур) ($S_{1\text{ макс}} = 100$);

S_2 — балл первой части заключительного этапа по географии (предметный тур) ($S_{2\text{ макс}} = 100$);

S_3 — итоговый балл инженерного командного тура ($S_{3\text{ макс}} = 100$).

Итого максимально возможный индивидуальный балл участника заключительного этапа — 100 баллов.

Критерий определения победителей и призеров

Чтобы определить победителей и призеров (независимо от класса) на основе индивидуальных результатов участников, был сформирован общий рейтинг всех участников заключительного этапа. С начала рейтинга были выбраны 2 победителя и 4 призера (первые 25% участников рейтинга становятся победителями или призерами, из них первые 8% становятся победителями, оставшиеся — призерами).

Критерий определения победителей и призеров (независимо от уровня)

Категория	Количество баллов
Победители	58,52 и выше
Призеры	От 49,52 до 56,92

6. Работа наставника после НТО

Участие школьника в Олимпиаде может завершиться после любого из этапов: первого или второго отборочных, либо после заключительного этапа. В каждом случае после завершения участия наставнику необходимо провести с учениками рефлексию — обсудить полученный опыт и проанализировать, что позволило достичь успеха, а что привело к неудаче. Подробные материалы о проведении рефлексии представлены в курсе «Наставник НТО»: <https://academy.sk.ru/events/310>.

Наставнику важно проинформировать руководство образовательного учреждения, если его учащиеся стали финалистами, призерами и победителями. Публичное признание высоких результатов дополнительно повышает мотивацию.

В процессе рефлексии с учениками, не ставшими призерами или победителями, рекомендуется уделить особое внимание особенностям командной работы: распределению ролей, планированию работы, возникающим проблемам. Для этого могут использоваться опросники для самооценки собственной работы и взаимной оценки участниками других членов команды (Р2Р). Они могут выявить внутренние проблемы команды, для решения которых в план подготовки можно добавить мероприятия, направленные на ее сплочение.

Стоит рассказать, что в истории НТО было много примеров, когда не победив в первый раз, на следующий год участники показывали впечатляющие результаты, одержав победу сразу в нескольких профилях. Конечно, важно отметить, что так происходит только при учете прошлых ошибок и подготовке к Олимпиаде в течение года.

Важным фактором успешного участия в следующих сезонах НТО может стать поддержка родителей учеников. Знакомство с ними помогает наставнику продемонстрировать важность компетенций, развиваемых в процессе участия в НТО, для будущего образования и карьеры школьников. Поддержка родителей помогает мотивировать участников и позволяет выделить необходимое время на занятия в кружке.

С участниками-выпускниками наставнику рекомендуется обсудить их дальнейшее профессиональное развитие и его связь с выбранными профилями НТО. Отдельно можно обратить внимание на льготы для победителей и призеров, предлагаемые в вузах с интересующими ученика направлениями. Кроме того, ряд вузов предлагает льготы для всех финалистов НТО, а также учитывает результаты Конкурса цифровых портфолио «Талант НТО».