

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

# ЗАДАЧА 17

Сервис для планирования маршрута  
атомного ледокола по Северному  
морскому пути



## Техническое задание

Росатомфлот создает единую платформу цифровых сервисов Севморпути. Безопасность и удобство – вот основные критерии, которыми грузоперевозчики руководствуются при выборе транспортных магистралей. Чтобы они сделали выбор в пользу Севморпути – создается Единая платформа цифровых сервисов Северного морского пути, аналогов которой в мире нет. С ее созданием пользователи получают «ледовый навигатор», позволяющий просчитать время в пути из точки А в точку Б с точностью до нескольких часов. С помощью уникального ИТ-продукта плавание по арктической магистрали станет таким же надежным и комфортным, как по другим популярным транспортным маршрутам.

1. Основные задачи, которые решает предлагаемый к разработке силами конкурсантов сервис:
  - 1.1. Обеспечение роста производительности СМП за счет сокращения времени на ледовую проводку транспортных кораблей (за счет оптимизации караванов и снижения времени нахождения грузовых кораблей в условиях СМП) и более ритмичной работы караванов/грузовых судов + атомных ледоколов;
  - 1.2. Определение оптимальной точки формирования караванов и автоматической адаптивной маршрутизацией между точками А и Б
2. Предусмотреть вычисление:
  - 2.1. оптимальных маршрутов транспортных судов и караванов с учетом представленной в условиях задачи изменяющейся ледовой обстановки;
  - 2.2. конфигураций распределения транспортных судов по караванам для их последующей проводки атомными ледоколами по СМП.

### **Краткое описание задачи:**

На основе динамических данных о ледовой обстановке на СМП и фиксированного графа переходов судов (типовых маршрутов судов) по СМП предлагается решить задачу оптимального движения транспортных судов по

СМП с учетом потребностей в ледовом сопровождении (атомными ледоколами).

**В постановке задачи используются:**

1. Динамические данные о ледовой обстановке за заданный временной интервал, представлены файлом IntegrVelocity.xlsx: два первых листа – координаты, на последующих данных по «интегральному льду с интервалом в неделю». Таблицы, представляющие собой пространственную сетку, содержат описание равнодлинной сетки в полярной стереографической проекции. В ней перечислены все её ячейки по рядам и столбцам, для каждой указаны координаты левого верхнего угла, размерность сетки 25x25 километров. Временные изменения состояния льда представлены с интервалом в неделю. Значения, указанные в ячейках, получены путем обработки всех характеристик слоев льда и нормированы к виду «интегральной тяжести» льда в терминах достижимой скорости ледокола ЛК-60 в каждой ячейке (при расчете «интегральной тяжести льда» учитывались такие параметры льда как сплочённость, толщина, категория льда, форма, торосы, сжатия (сила и направление) и т.д.). Нулевые и отрицательные значения в ячейках обозначают: непроходимый для судов лед, либо землю.
2. В задаче используется граф переходов, представленный в файле ГрафДанные.xlsx. Граф переходов (фиксированный граф типовых транспортных маршрутов) представляет собой статистически наиболее вероятные маршруты движения судов, полученные из истории судоходства. Участники должны использовать переходы по ребрам этого графа. Вес ребра рассчитывается самостоятельно на основе «интегральной тяжести» льда (файл: IntegrVelocity.xlsx) с соответствующей временной дискретизацией.
3. Вспомогательные данные, представленные для удобства визуализации (шейп береговой линии СМП) - находятся в GOaS\_v1\_20211214
4. График заявок, содержащий перечень и (расписание) движения транспортных судов, скорости движения транспортных судов и

ледоколов по открытой воде, ледовый класс судна, представлены в файле: Расписание движения судов.xlsx

5. Ограничения на движение судов. В зависимости от ледового класса судна и «интегральной тяжести» льда (файл: IntegrVelocity.xlsx) судно может двигаться на отрезке маршрута **самостоятельно** или **под проводкой ледокола** или **движение судна запрещено**.

Если судно может двигаться самостоятельно, то допускается его включение в караван (не более 3-х судов без учета самого ледокола) под проводку ледоколом для обеспечения максимальной скорости прохождения.

6. Ледовые условия (указаны в «интегральная тяжесть» льда) замедляют скорость движения судна, относительно скорости движения судна чистой воде.

Таблица 1. Зависимость скорости судов от ледового класса и ледовых условий.

Ледовый класс	Интегральная тяжесть льда (ЛК-60)		
	21-20	19-15	14-10
No ice class, Ice1-Ice3	Самостоятельное движение.  Максимальная скорость указана в таблице (Скорость, узлы (по чистой воде))	Движение под проводкой*	Движение запрещено*

Ледовый класс	Интегральная тяжесть льда (ЛК-60)		
	21-20	19-15	14-10
Arc4-Arc6	Самостоятельное движение.  Максимальная скорость указана в таблице (Скорость, узлы (по чистой воде))	Движение под проводкой.  Скорость под проводкой:  Замедление относительно собственной максимальной скорости – 20%	Движение под проводкой.  Скорость под проводкой:  Замедление относительно собственной максимальной скорости – 30%
Arc7	Самостоятельное движение.  Максимальная скорость указана в таблице (Скорость, узлы (по чистой воде))	Самостоятельное движение.  Скорость под проводкой:  Замедление относительно собственной максимальной скорости – 40%	Движение под проводкой.  Скорость под проводкой:  Замедление относительно собственной максимальной скорости – 85%

Ледовый класс	Интегральная тяжесть льда (ЛК-60)		
	21-20	19-15	14-10
Arc9 50 лет Победы, Ямал	Самостоятельное движение.  Максимальная скорость указана в таблице (Скорость, узлы (по чистой воде))	Самостоятельное движение.  Скорость: 19-15 узлов	Самостоятельное движение.  Скорость: 14-10 узлов
Arc9 Вайгач, Таймыр	Самостоятельное движение.  Максимальная скорость указана в таблице (Скорость, узлы (по чистой воде))	Самостоятельное движение.  Скорость: Замедление относительно 19-15 узлов - 10%	Самостоятельное движение.  Скорость: Замедление относительно 14-10 узлов - 25%

\* - если судну задан режим движения под проводкой, то самостоятельное движение не допускается. Если движение судну запрещено, то не допускается ни самостоятельное движение, ни движение под проводкой ледокола.

- Общая скорость движения каравана во льду рассчитывается исходя из технических возможностей наиболее слабого судна, учитывая его ледовый класс (см. таблицу «Расписание движения судов.xlsx») и

указанное замедление (см. Таблица 1).

Информация о ледоколах (Таблица 2):

Таблица 2. Перечень ледоколов

Наименование	Скорость, узлы (по чистой воде)	Ледовый класс	Начальное положение ледоколов на 27 февраля 2022
50 лет Победы	22	Arc 9	Пролив Лонга
Ямал	21	Arc 9	Рейд Мурманска
Таймыр	18,5	Arc 9	Мыс Желания
Вайгач	18,5	Arc 9	Победа месторождение

### Задача

Участникам настоящего Хакатона необходимо сформировать оптимальное расписание движения судов по СМП, их ледокольного сопровождения, формирования караванов. Ограничением при решении задачи будет выступать количество ледоколов. Целевая функция: минимизировать время от подачи заявки до прибытия транспортного судна в конечный пункт назначения для всех судов.

Ожидается что будет реализована визуализация движения судов, тяжести ледовых условий и полученного оптимального расписания движения судов в виде диаграммы Ганта.

### Критерии оценки:

1. Визуализация результатов:

Приветствуется отображение компонентов задачи (объектов – вершины графа, ребра графа, картографическая подложка, начальные и конечные точки маршрута, анимация движения судов, динамическое



отображение расписания движения судов под индивидуальным ледокольным сопровождением и в караване в виде диаграммы Ганта)

2. Достижение оптимальных целевых показателей:

Минимизация времени нахождения транспортных судов в пути, минимизация простоев транспортных судов и атомных ледоколов.

3. Возможность управления входными параметрами, ограничениями, целевой функцией

4. Подход коллектива к решению задачи:

Наличие ролевой модели и распределения задач в команде, правильный подбор и распределение компетенций.

5. Техническая проработка решения:

Наличие краткого обзора лучших практик для решения задачи оптимального планирования, приветствуются обоснованные нестандартные подходы, текстовое и графическое описание решения в виде блок-схем, аналитики по стеку технологий для решения подобных задач.

6. Соответствие решения поставленной задачи

7. Эффективность решения в рамках поставленной задачи:

Оценивается скорость нахождения решения для поставленной задачи

8. Выступление коллектива на питч-сессии (только для финальной экспертизы)

Слаженная, оперативная работа команды на защите, наличие презентационных материалов, качество ответов на вопросы.

**Требования к сдаче решений на платформе:**

1. Ссылка на репозиторий с кодом
2. Ссылка на презентацию
3. Ссылка на прототип для проверки выполненной работы
4. Ссылка на сопроводительную документацию (.doc/.pdf)

**Требования к презентации:**

1. Презентация представляется в формате pptx или pdf.
2. Презентация должна быть хорошо читаемой и отображать ключевые моменты решения задачи

**Требования к сопроводительной документации:**

Документация представляется в формате docx или pdf.