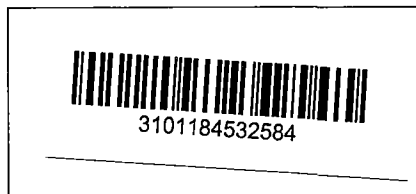




ИЗУМРУД СТУДЕНТ

П А Д А А Л Д Р А Л Ь Н У Н С



Проверочный лист Заполняется участниками

Направление Естественные науки Инженерные науки
 Математика и информатика Социальные и
 Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок 1 2 3 4 5

Курс 1 2 3 4 5 отсутствует

Город участия **ЕКАТЕРИНБУРГ**

Заполняется организаторами

Количество доп листов Количество черновиков к проверке

Время выхода с до

Протокол проверки Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	0		45							
Балл члена жюри №2	0		45							

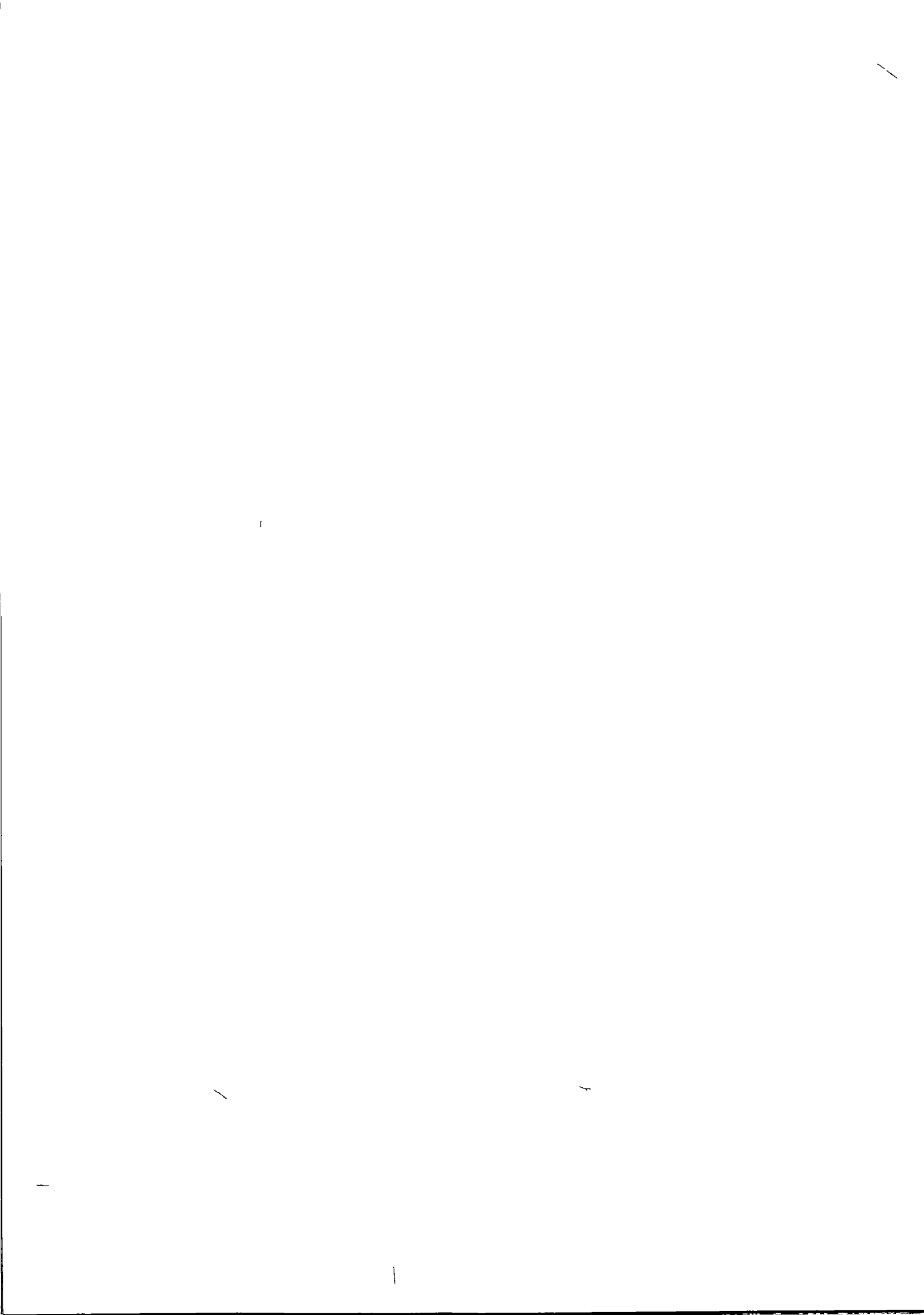
Итоговый балл

Подпись члена жюри №1

Подпись члена жюри №2

Пример заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
 Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Блок 3 Энергетика

Запишем имеющиеся данные задачи по условию, а именно всех потребителей электроэнергии на подке:

1 Двигатели главной энергетической установки (ГЭУ)

$$P_{\text{кон}} = 100 \text{ МВт} \quad \text{КПД } \eta = 85\% = 0,85$$

2 Системы электроснабжения (СЭ)

$$P_{\text{сэ}} = 5 \text{ МВт}$$

450

3 Навигационные и радарные системы, гидроакустика (НУРС)

$$P_{\text{нурс}} = 10 \text{ МВт}$$

4 Вооружение и бортовые аппараты (ВУТА)

$$P_{\text{вута}} = 15 \text{ МВт}$$

5 Бортовые нагрузки (БЛН)

$$P_{\text{блн}} = 2 \text{ МВт}$$

Так же нам известно, что подка имеет два параллельно работающих турбогенератора, выдающие электрическую мощность (мощность складывается, так как генераторы параллельны):

$$P'_{\text{пол}} = P'_{\text{тг}} \cdot n = 150 \text{ МВт} \cdot 2 = 300 \text{ МВт}$$

где $P'_{\text{пол}}$ - полная мощность турбогенератора,

$P'_{\text{тг}}$ - мощность одного турбогенератора,

n - количество турбогенераторов.

① Найдем общую мощность (полезную), необходимую для работы подки под нагрузкой

Коэффициентом спроса (одновременности) для расчета мощности пренебрежем

Полезная мощность, необходимая для ГЭУ

$$P_{\text{гэу}} = \frac{P_{\text{кон}}}{\eta} = \frac{100 \text{ МВт}}{0,85} = 117,647 \text{ МВт}$$

Общую мощность, необходимую для всех потребителей нагрузки, без учета эффективности нагрузки, найдём как

$$P_{\text{обл}} = P_{\text{гэу}} + P_{\text{сж}} + P_{\text{кирс}} + P_{\text{иТА}} + P_{\text{бнт}} = 117,647 \text{ МВт} + 5 \text{ МВт} + 10 \text{ МВт} + 15 \text{ МВт} + 2 \text{ МВт} = 149,647 \text{ МВт}$$

Так как по условию «под нагрузкой нагрузка работает на электродвигателях с эффективностью 90%», а мы считаем общую требуемую мощность нагрузки под нагрузкой, то потери на эти 10% реактивной мощности мы должны учесть:

$$P_{\text{пол}} = P_{\text{обл}} / 0,9 = 149,647 \text{ МВт} / 0,9 = 166,274 \text{ МВт}$$

Ответ 1: общая потребляемая мощность равна 166,274 МВт

② Если учесть, что запас дополнительного запаса часов и топлива позволяет работать непрерывно 10 лет без дозаправки (предполагаемая проекционная нагрузка), то время работы реактора при полной нагрузке будет составлять все 10 лет, так как вырабатываемой электроэнергии больше потребляемой!

$$P'_{\text{пол}} > P_{\text{пол}}$$

$$300 \text{ МВт} > 166,274 \text{ МВт}$$

Через 10 лет автономной работы реактора возможно понадобится его техническое обслуживание (замена шестов, дозаправка, и др.)

Ответ 2: время автономной работы реактора - 10 лет

③ Сначала определим, какая общая потребляемая мощность потребителей у нас должна быть в аварийной ситуации если отключен один реактор

Так как резерв должен составлять не менее 20% от номинала генератора, то

$$P_{\text{рез}} = P'_{\text{ГГ}} (100 - 20) \cdot 0,01 = 150 \text{ МВт} (100 - 20) \cdot 0,01 = 120 \text{ МВт}$$

Реальным, и, отчасти, инновационным решением по резерву мощности является отключение и ограничение приоритетных потребителей электроэнергии подки

Чтобы понять, какие потребители являются приоритетными, а какие - нет, составлю таблицу категорий надежности электрообеспечения потребителей, где

I категория - абсолютно необходимые потребители
I категория - отключение потребителей возможно на пару часов,

II категория - отключение потребителей возможно на сутки,

III категория - отключение потребителей более чем на сутки не угрожает жизни и здоровью

Таблица 1 - Категории надежности электрообеспечения потребителей

№	Наименование потребителя	Категория
1	Движение главной энергетич. установки	II
2	Связь и телеобеспечение	I особая
3	Навигационные и радиарные системы	I
4	Вооружение и бортовые аппараты	II
5	Бытовые нагрузки	II

Может заметить, что отключение связи телеобеспечения недопустимо даже в аварийном режиме

Будем считать, что аварийная ситуация произошла под водой, а значит потребление электроэнергии должны иметь в сумме мощность (с учетом эффективности лодки):

$$P_{\text{ГДУ}_1} = P_{\text{пол}_1} \cdot 0,9 = 120 \text{ МВт} \cdot 0,9 = 108 \text{ МВт}$$

В качестве резерва мощности я предлагаю отключить системы вооружения (и которые надежнее всего нам это сделать) и ограничить мощность ГДУ. И так, нагрузка потребителей без вооружения

$$P_1 = P_{\text{ГДУ}} - P_{\text{ВУТА}} = 108 \text{ МВт} - 120,647 - 152 \\ = 134,647 \text{ МВт}$$

Найдем разность полезной мощности, которую мы имеем, и мощность, которую нам надо получить для обеспечения работы лодки в аварийной ситуации

$$P_- = P_1 - P_{\text{ГДУ}_1} = 134,647 \text{ МВт} - 108 \text{ МВт} = \\ = 26,647 \text{ МВт}$$

Данная разность показывает, какую полезную мощность мы должны сократить у ГДУ

Найдем искомую минимальную мощность ГДУ в режиме аварии

$$P_{\text{ГДУ}_1} = (P_{\text{ГДУ}} - P_-) \cdot \eta = (117,647 - 26,647) \cdot 0,85 = \\ = 77,35 \text{ МВт}$$

В данном примере мы ограничили энергопотребление ГДУ на 22,65% (до 77,35 МВт) и отключили потребление вооружения, тем самым у нас резерв по мощности в 20% и оставшееся "на ходу", так как полностью ГДУ не отключена

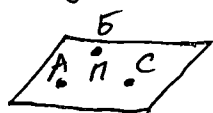
Данными потребителями можно "архивать", и, например, полностью отключать вооружение не нужно. Главное учитывать категории надежности электрооборудования потребителей.

Инвариантная часть

Введём обозначения нашим персонажам

- П - пираты (Кросс и Весельчак У вместе);
- К - Кросс,
- В - Весельчак,
- А - Альдебаран,
- Б - Бетельгейзе,
- С - Сириус

Согласно условию задачи, в начале и на протяжении всего своего маршрута пираты находились в плоскости звезд Альдебаран, Бетельгейзе и Сириус, а значит задача сводится в 2D (согласно предположению о 3-х точках плоскости)



- пираты на протяжении всего своего пути находились в одной плоскости со звездами

Схематично опишем движение пиратов

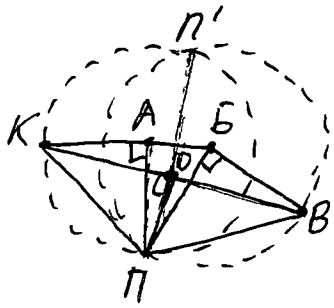


Рис 1 - Схематичное движение Кросса и Весельчака

- В точке П пираты встретились на корабле
- В точке А Кросс оказался у Альдебарана, а в точке Б Весельчак оказался у Бетельгейзе
- После поворота ^{на 90} от начальной траектории Кросс оказался в точке К, а Весельчак - в точке В
- Их конечное движение навстречу друг другу показано траекторией KB

По условию задачи мы имеем, что $PA > AB$, $PB > AB$. Для дальнейших вычислений проведём окружности радиусами AP и BP, т.к. $PB = BV$ и $KA = AP$ (по условию), то эти прямые - радиусы окружности

Докажем, что $\angle KAP = \angle KBV$, и рассмотрим $\triangle KAP$ и $\triangle KBV$.

$\angle KAP = \angle KBV = 90^\circ$ - по условию;

$KA = AP$ - радиусы первой окружности с центром A ;

$KB = BV$ - радиусы второй окружности с центром B

$\triangle KAP \sim \triangle KBV$ - по двум сторонам и углу между ними.

Рассмотрим $\triangle KPB$

Точкой пересечения двух высот будет являться точка пересечения высот $\triangle KPB$ угла $\angle KPB$ и высот KV (OP - высота)

Проверив бесконечно много таких высот мы сделаем вывод, что точки "O" образуют прямую PP' , заключенную между двумя звездами A и B

Ответ: срезающий край можно отыскать на шаре точек, входящих в прямую PP'

PP' неизвестно

