

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1

Задача 1.

Вставьте недостающие термины:

В современной медицине большую роль играет лабораторная диагностика, и одним из наиболее часто выполняющихся анализов является общий анализ крови (ОАК). Одним из показателей, который определяют при ОАК, является концентрация в крови (1) – белка-переносчика кислорода, содержащегося в (2), которые также называют красными кровяными тельцами. Также определяют количество белых кровяных телец или (3). Помимо красных и белых кровяных телец к форменным элементам крови относят (4), участвующие в свертывании крови. Еще одним показателем, определяемым при ОАК, является гематокрит, то есть отношение объема форменных элементов крови к объему жидкой части крови, называемой (5).

Задача 2.

Поверхностное натяжение – основная термодинамическая характеристика поверхностного слоя жидкости на границе с газовой фазой или другой жидкостью. Свободная поверхность жидкости – это граница между жидкостью и ее паром. Для того, чтобы перевести молекулу с глубины жидкости на поверхность, нужно совершить работу. Поэтому молекулы на поверхности имеют большую энергию, чем внутри.

Как известно, любая система стремится к минимуму энергии E . Чтобы уменьшить свободную поверхностную энергию у системы есть два пути: уменьшить поверхностное натяжение σ или площадь поверхности раздела фаз S ($E = \sigma \times S$).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1

Уменьшение σ происходит при адсорбции веществ на твердых и жидких поверхностях (это является движущей силой адсорбции), при растекании одной жидкости по другой.

Стремление к уменьшению площади поверхности S приводит к слиянию частиц дисперсной фазы, к их укрупнению.

Адсорбцией называют самопроизвольное изменение (как правило, повышение) концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз. Важно: адсорбция может быть как положительной (повышение концентрации), так и отрицательной (понижение концентрации у поверхности). Для определения адсорбции (моль/м²) используют уравнение Гиббса $\Gamma = \frac{-c}{RT} \frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ (где $R=8,314$ Дж/моль \times К – универсальная газовая постоянная, а температура T измеряется в Кельвинах).

В таблице даны значения поверхностного натяжения водно-спиртовых смесей при 22°C:

Концентрация спирта, %	$\sigma, 10^{-3}$ Н/м
0	72,2
20	40,6
40	31,2
60	27,7
80	25,4
100	22,5

1. Проанализируйте уравнение Гиббса и укажите какая величина в нем обозначается как c и Δc .
2. Какая величина в уравнении Гиббса обозначается как σ и $\Delta\sigma$?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1**

3. Постройте график зависимости поверхностного натяжения от концентрации.
4. По графику методом интерполяции определите поверхностное натяжение для 30% раствора спирта.
5. По уравнению Гиббса рассчитайте адсорбцию спирта на поверхности 30% водного раствора спирта при температуре 22 °С.

Задача 3.

Лимонная кислота ($C_6H_8O_7$, $M=192$ г/моль) – предельная органическая карбоновая кислота, которая находит широкое применение в промышленности (пищевой, медицинской, нефтехимической, косметической и других отраслях промышленности).

1. Лимонную кислоту можно получать биотехнологическим путем, используя в качестве продуцента *Aspergillus niger*, производящий лимонную кислоту в количествах до 200 г/л лимонной кислоты за 150 часов ферментации. Эффективность данного процесса составляет до 80 % массовых на потребленную клетками глюкозу.

Сколько грамм глюкозы потребуется для получения 0,5 моль лимонной кислоты?

2. В одном лимоне содержится от 40 до 80 г/кг лимонной кислоты. Принимая, что в среднем один лимон весит 110 г, определите, сколько лимонов потребуется для получения 1 моль лимонной кислоты. При расчетах принимайте, что в среднем в лимоне содержится 5,5 г лимонной кислоты, а выход при ее выделении из лимонного сока составляет 85 %. Ответ округлите до целых.

3. Суточная потребность в лимонной кислоте определяется ВОЗ как 66-120 мг лимонной кислоты в сутки на килограмм массы человека. Исходя

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1

из данных, представленных в таблице, определите, какой из ягод потребуется наибольшее число в штуках, чтобы восполнить суточную потребность в лимонной кислоте человека, который весит 65 кг. Для расчетов принимайте среднее значение суточной потребности в лимонной кислоте для человека.

Название ягоды	Содержание лимонной кислоты, мг/кг	Масса одной ягоды, г
Малина	1 100	4,5
Черная смородина	24 000	3
Клубника	7 000	27
Помидор	2 500	77

Задача 4.

При прокаливании соли кальция выделилось 450 мл углекислого газа, условия нормальные, газ затем пропустили через 100 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,7 моль/л с получением гидрокарбоната.

1. Запишите уравнения реакций, учитывая, что выделения воды при прокаливании не происходило.
2. Вычислите работу углекислого газа.
3. Вычислите массу исходной соли кальция, ответ выразите в граммах, округлите до десятых
4. Массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию, ответ выразите в граммах, округлите до десятых.
5. Как применяется углекислый газ в промышленности?

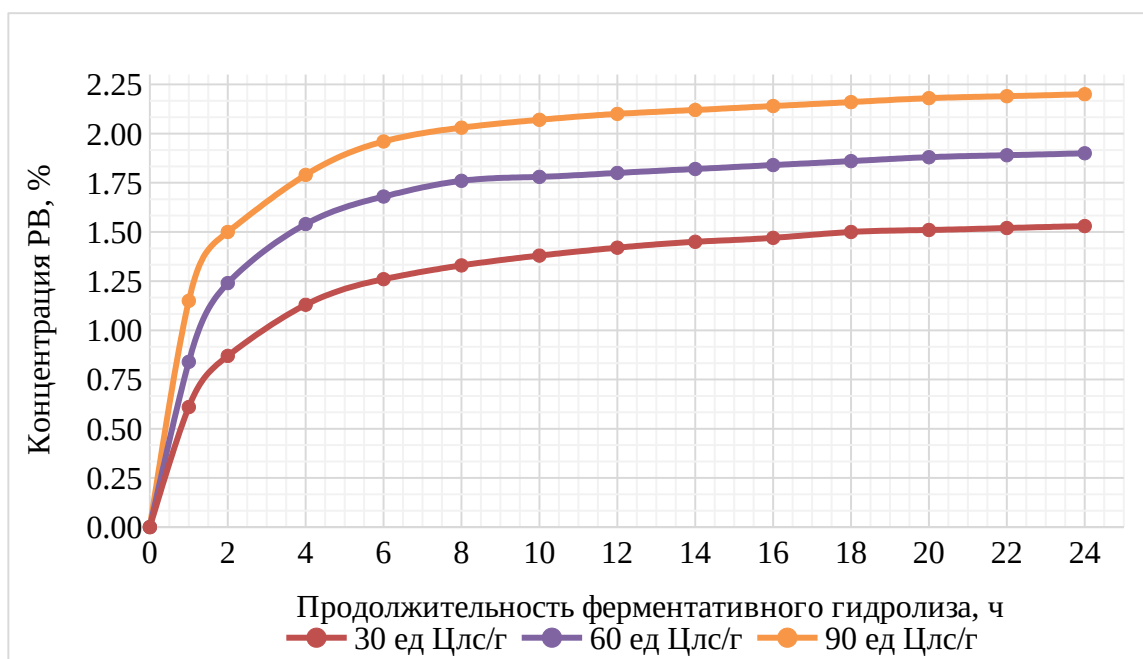
Задача 5.

Ферменты – это биологические катализаторы белковой природы, которые обладают способностью инициировать различные биохимические реакции. Каждый фермент, свернутый в определённую структуру, ускоряет соответствующую химическую реакцию: реагенты в такой реакции называются субстратами, а полученные вещества – продуктами. Для эффективной работы ферментов необходимы оптимальные условия действия,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1

такие как температура и рН среды. Ферментативная активность может регулироваться активаторами и ингибиторами.

На рисунке дан график динамики ферментативного гидролиза клетчатки с использованием коммерческого ферментного препарата при 3-х различных дозировках и длительности в оптимальных для проведения реакции условиях. О течении реакции косвенно свидетельствует накопление в среде редуцирующих веществ (РВ в %), высвобождающихся в ходе гидролиза.



- 1) Охарактеризуйте приведенный на рисунке график.
- 2) Опираясь на график, определите количество редуцирующих веществ (%) при дозировке ферментного препарата 30 ед Цлс/г на 18 час гидролиза и при дозировке ферментного препарата 90 ед Цлс/г на 2 час гидролиза. Объясните полученные данные, сравнив дозировку и длительность гидролиза.
- 3) Определите какая дозировка ферментного препарата рациональна для использования в дальнейших лабораторных исследованиях, если на 8 час

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 1**

гидролиза при 30 ед Цлс/г значение РВ-1,33%, 60 ед Цлс/г- 1,76%, а при 90 ед Цлс/г- 2,03%. Учтите, что разница между значениями существенна, если превышает 0,4%.

4) Оптимальными условиями для проведения процесса гидролиза клетчатки с использованием ферментного препарата целлюлазы являются температура 50°C и рН=5,5.

а) Как изменится активность фермента при изменении температуры реакции в большую сторону. Обоснуйте свой ответ.

б) Как изменится активность фермента при добавлении в реакционную среду ингибитора - сульфата меди. Обоснуйте свой ответ.

5) Дайте определение понятию редуцирующие (восстанавливающие) вещества.

Задача 6.

Лодка проплывает по течению реки от пункта А до пункта В и обратно.

1 Найдите путь от пункта А до пункта В

2. Определите скорость течения реки

3. Определите скорость лодки относительно воды. Ответ выразите в км/ч, округлив до сотых.

4. Сколько потребуется керосина ($C_2H_8N_2$), для работы мотора лодки, если расход топлива составляет 5,2 л на 100 км.

5. Найдите состав выхлопных газов. (Напишите уравнение реакции)

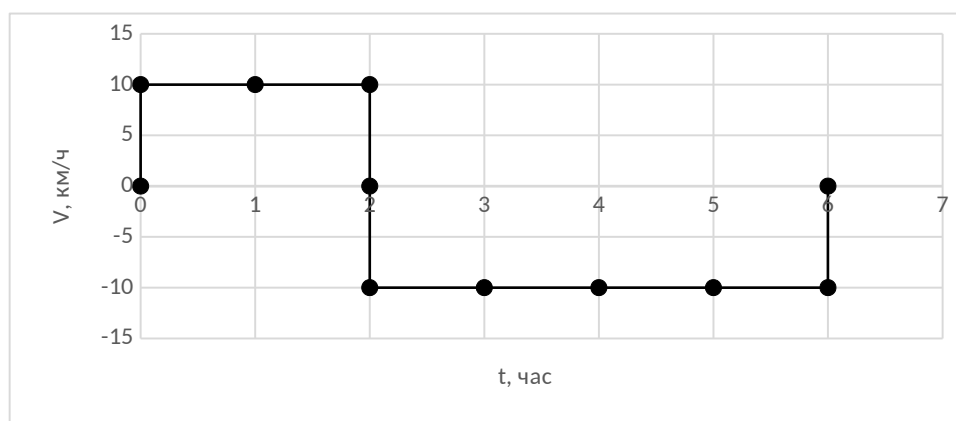


Рис.1 Зависимость скорости лодки от времени

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

Задача 1.

Вставьте недостающие термины:

В современной медицине большую роль играет лабораторная диагностика, и одним из наиболее часто выполняющихся анализов является общий анализ крови (ОАК). В норме кровь человека на 60 % состоит из плазмы и на 40 % из форменных элементов крови: эритроцитов, главной функцией которых является транспорт (1) к тканям, лейкоцитов, которые обеспечивают клеточный и гуморальный (2), и тромбоцитов, участвующих в (3) крови. Эритроциты в процессе созревания теряют ядро, а весь внутренний объем зрелых эритроцитов заполнен железосодержащим белком, называемым (4), и нормальным показателем для взрослого человека является содержание этого белка в крови 120-160 г/л. Если при проведении общего анализа крови обнаруживается снижение этого показателя, это повод подозревать заболевание (5) или малокровие.

Задача 2.

Поверхностное натяжение – основная термодинамическая характеристика поверхностного слоя жидкости на границе с газовой фазой или другой жидкостью. Свободная поверхность жидкости – это граница между жидкостью и ее паром. Для того, чтобы перевести молекулу с глубины жидкости на поверхность, нужно совершить работу. Поэтому молекулы на поверхности имеют большую энергию, чем внутри.

Как известно, любая система стремится к минимуму энергии E . Чтобы уменьшить свободную поверхностную энергию у системы есть два пути:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

уменьшить поверхностное натяжение σ или площадь поверхности раздела фаз S ($E = \sigma \times S$).

Уменьшение σ происходит при адсорбции веществ на твердых и жидких поверхностях (это является движущей силой адсорбции), при растекании одной жидкости по другой.

Стремление к уменьшению площади поверхности S приводит к слиянию частиц дисперсной фазы, к их укрупнению.

Адсорбцией называют самопроизвольное изменение (как правило, повышение) концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз. Важно: адсорбция может быть как положительной (повышение концентрации), так и отрицательной (понижение концентрации у поверхности). Для определения адсорбции используют уравнение Гиббса $\Gamma = \frac{-c}{RT} \frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ (здесь $R=8,314$ Дж/моль \times К – универсальная газовая постоянная, а температура T измеряется в Кельвинах).

В таблице даны значения поверхностного натяжения водно-спиртовых смесей при 22 °С:

Концентрация спирта, %	$\sigma, 10^{-3}$ Н/м
0	72,2
20	57,6
40	48,2
60	32,6
80	27,1
100	23,8

1. Проанализируйте уравнение Гиббса и укажите какая величина в нем обозначается как c и Δc .
2. Какая величина в уравнении Гиббса обозначается как σ и $\Delta\sigma$?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

3. Постройте график зависимости поверхностного натяжения от концентрации.
4. По графику методом интерполяции определите поверхностное натяжение для 10% раствора спирта.
5. По уравнению Гиббса рассчитайте адсорбцию спирта на поверхности 10% водного раствора спирта при температуре 22 °С.

Задача 3.

Лимонная кислота ($C_6H_8O_7$, $M=192$ г/моль) – предельная органическая карбоновая кислота, которая находит широкое применение в промышленности (пищевой, медицинской, нефтехимической, косметической и других отраслях промышленности).

1. Лимонную кислоту можно получать биотехнологическим путем, используя в качестве продуцента *Aspergillus niger*, производящий лимонную кислоту в количествах до 185 г/л лимонной кислоты за 150 часов ферментации. Эффективность данного процесса составляет до 75% массовых на потребленную клетками глюкозу.

Сколько грамм глюкозы потребуется для получения 0,5 моль лимонной кислоты?

2. В одном грейпфруте содержится от 12 до 21 г/кг лимонной кислоты. Принимая, что в среднем один грейпфрут весит 500 г, определите, сколько грейпфрутов потребуется для получения 1 моль лимонной кислоты. При расчетах принимайте, что в среднем в грейпфруте содержится 17 г лимонной кислоты, а выход при ее выделении из сока составляет 80%. Ответ округлите до целых.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

3. Суточная потребность в лимонной кислоте определяется ВОЗ как 66-120 мг лимонной кислоты в сутки на килограмм массы человека. Исходя из данных, представленных в таблице, определите, какой из ягод потребуются наименьшее число в штуках, чтобы восполнить суточную потребность в лимонной кислоте человека, который весит 65 кг. Для расчетов принимайте среднее значение суточной потребности в лимонной кислоте для человека.

Название ягоды	Содержание лимонной кислоты, мг/кг	Масса одной ягоды, г
Малина	1 100	4,5
Черная смородина	24 000	3
Клубника	7 000	27
Помидор	2 500	77

Задача 4.

При прокаливании соли кальция выделилось 350 мл углекислого газа, условия нормальные, газ затем пропустили через 100 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,7 моль/л с получением гидрокарбоната.

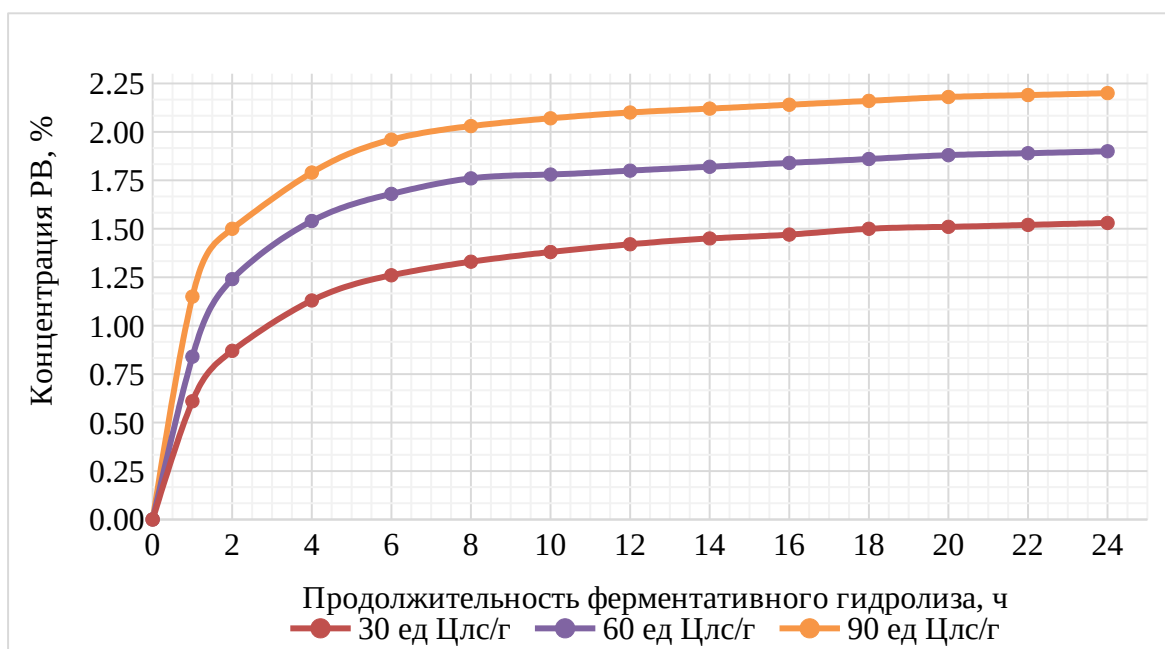
1. Запишите уравнения реакций, учитывая, что выделения воды при прокаливании не происходило.
2. Вычислите работу углекислого газа.
3. Вычислите массу исходной соли кальция, ответ выразите в граммах, округлите до десятых.
4. Массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию, ответ выразите в граммах, округлите до десятых.
5. Как применяется углекислый газ в промышленности?

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

Задача 5.

Ферменты – это биологические катализаторы белковой природы, которые обладают способностью инициировать различные биохимические реакции. Каждый фермент, свернутый в определённую структуру, ускоряет соответствующую химическую реакцию: реагенты в такой реакции называются субстратами, а полученные вещества – продуктами. Для эффективной работы ферментов необходимы оптимальные условия действия, такие как температура и рН среды. Ферментативная активность может регулироваться активаторами и ингибиторами.

На рисунке дан график динамики ферментативного гидролиза клетчатки с использованием коммерческого ферментного препарата при 3-х различных дозировках и длительности в оптимальных для проведения реакции условиях. О течении реакции косвенно свидетельствует накопление в среде редуцирующих веществ (РВ в %), высвобождающихся в ходе гидролиза.



1) Охарактеризуйте приведенный на рисунке график.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2**

2) Опираясь на график, определите час гидролиза, которому соответствует концентрация РВ 1,75% при дозировке ферментного препарата 60 ед Цлс/г и при концентрации РВ 2,0 % при дозировке ферментного препарата 90 ед Цлс/г. Объясните найденные значения сравнив дозировку и время гидролиза.

3) Определите какая дозировка ферментного препарата рациональна для использования в дальнейших лабораторных исследованиях, если на 8 час гидролиза при 30 ед Цлс/г значение РВ-1,33%, 60 ед Цлс/г- 1,76%, а при 90 ед Цлс/г - 2,03%. Учтите, что разница между значениями существенна, если превышает 0,4%.

4) Оптимальными условиями для проведения процесса гидролиза клетчатки с использованием ферментного препарата целлюлазы являются температура 50°C и рН=5,5.

а) Как изменится активность фермента при изменении рН реакционной среды в меньшую сторону. Обоснуйте свой ответ.

б) Как изменится активность фермента при добавлении в реакционную среду активатора. Обоснуйте свой ответ.

5) Дайте определение понятию гидролиз.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Заключительный этап
Технологический сектор
Междисциплинарные задачи
9 класс, вариант 2

Задача 6.

Лодка проплывает по течению реки от пункта А до пункта В и обратно.

1. Найдите путь от пункта А до пункта В
2. Определите скорость течения реки
3. Определите скорость лодки относительно воды. Ответ выразите в км/ч, округлив до сотых.
4. Сколько потребуется керосина ($C_2H_8N_2$), для работы мотора лодки, если расход топлива составляет 4,9 л на 100 км.
5. Найдите состав выхлопных газов. (Напишите уравнение реакции)

Лодка проплывает по течению реки от пункта А до пункта В и обратно.

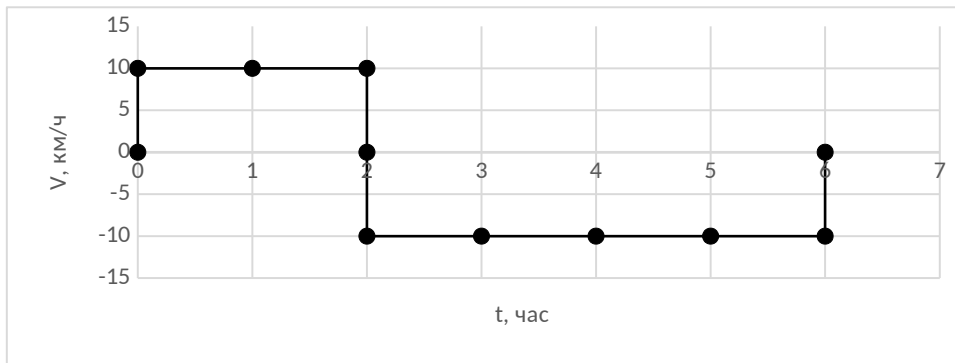


Рис.1 Зависимость скорости лодки от времени