

## I. ЭКОЛОГИЯ

### Задача 1.

Вы входите в состав научно-исследовательской группы гидробиологов, изучающих биологическое разнообразие внутренних водоемов Республики Беларусь. Руководителем группы Вам даны первичные результаты исследований видового разнообразия беспозвоночных животных, проведенных в условиях двух модельных участков реки Нарочанка (Таблица 1). На рисунке 1, показаны места расположения последних (Участок 1 – исток реки из оз. Нарочь (Минская область, Мядельский район), Участок 2 – место впадения реки Нарочанка в реку Виля (Минская область, Вилейский район)).

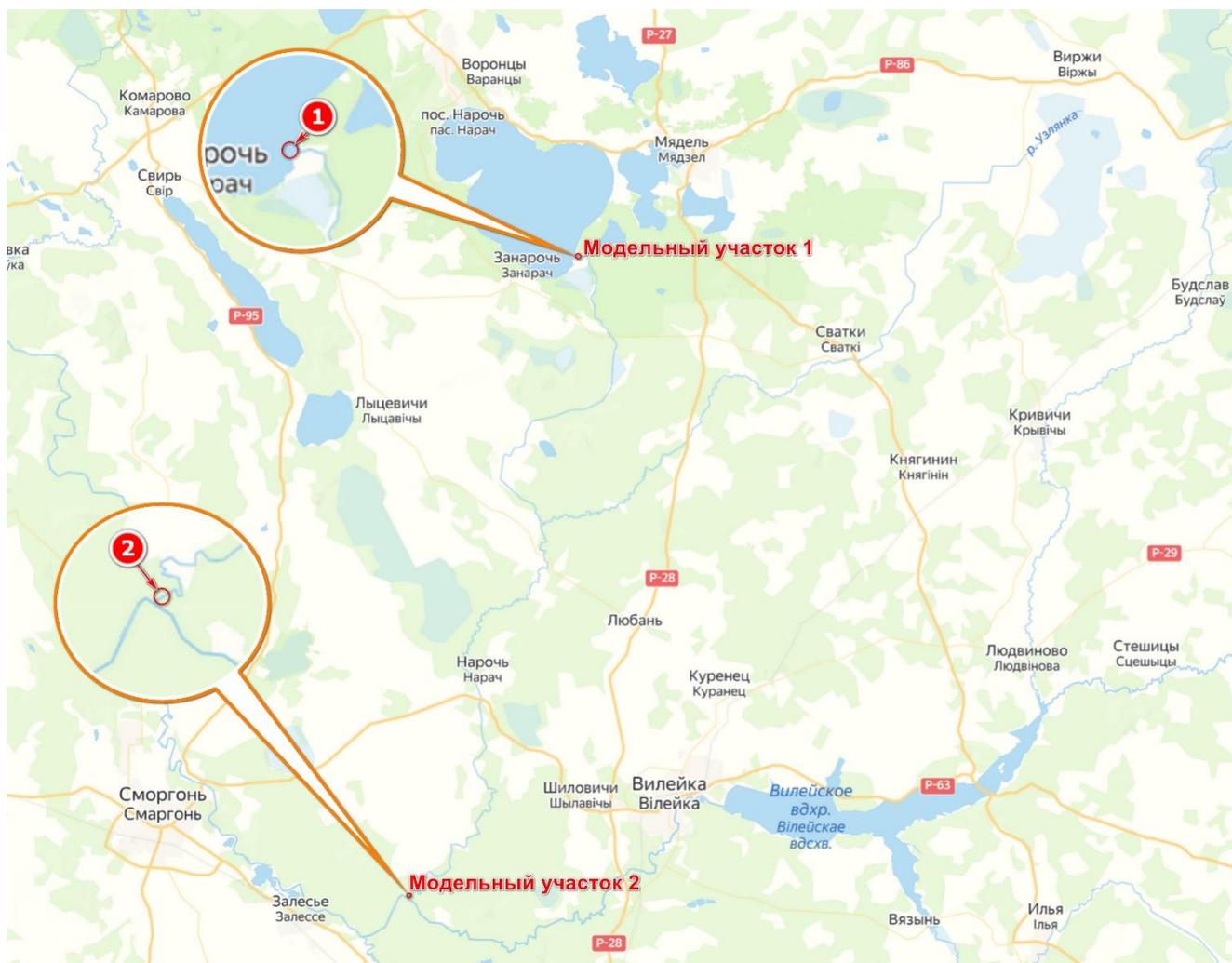


Рисунок 1 – Топология модельных участков на р. Нарочанка

Для последующей сопоставимости расчетов показателей оценки биологического разнообразия разными исполнителями руководитель исследовательского проекта выбрал два расчетных индекса – индекс выравненности Симпсона ( $D$ ) и индекс биологического разнообразия Менхиника ( $D_{Mn}$ ), формулы расчета которых представлены ниже.

Таблица 1 – Результаты мониторинга, отражающие среднее количество особей каждого из выявленных видов на м<sup>3</sup> реки Нарочанка в двух модельных участках

Вид*	Участок 1	Участок 2
<i>Aeshna</i> sp.	–	3
<i>Anabolia</i> sp.	14	–
<i>Baetis</i> sp.	12	–
<i>Chironomus</i> sp.	36	6
<i>Cyclops</i> sp.	28	9
<i>Dreissena</i> sp.	31	5
<i>Gammarus</i> sp.	11	–
<i>Lymnaea</i> sp.	22	2
<i>Planaria</i> sp.	8	–
<i>Unio</i> sp.	–	4

Примечание: \* – Каждый из приведенных в таблице 1 родов был представлен только одним видом

**Индекс Симпсона:**

$$D = 1 - \sum \left[ \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right]$$

где  $n_i$  – число особей  $i$ -го вида,  
 $N$  – общее число особей

**Индекс Менхиника:**

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Где  $S$  – видовое богатство (число видов);  
 $N$  – объем выборки  
(численность сообщества).

Согласно заданию, полученному от руководителя исследовательского проекта, на основе данных таблицы 1 Вам необходимо решить следующие задачи:

- 1.1 Рассчитайте индекс биологического разнообразия Симпсона для модельного участка реки Нарочанка №1 (Участок 1).
- 1.2 Рассчитайте индекс биологического разнообразия Симпсона для модельного участка реки Нарочанка №2 (Участок 2).
- 1.3 Рассчитайте индекс разнообразия Менхиника для сообщества модельного участка реки Нарочанка №1 (Участок 1).
- 1.4 Рассчитайте индекс разнообразия Менхиника для сообщества модельного участка реки Нарочанка №2 (Участок 2).
- 1.5 Можно ли на основе сопоставления рассчитанных индексов обоснованно утверждать, что на каком-то из участков реки Нарочанка с наибольшей степенью вероятности наблюдаются выраженные последствия антропогенной нагрузки? В случае, если такое заключение можно сделать только для одного из двух участков, впишите номер такового («1» или «2») в соответствующее поле бланка ответов. В случае, если такое заключение можно сделать для обоих модельных участков, в поле ответов укажите «1–2». В случае, если такое заключение сделать не представляется возможным, в поле бланка ответа впишите «0».

**Ответы на задачи 1.1–1.4 (результаты расчетов индексов разнообразия) округленные с точностью до шести знаков после запятой запишите в соответствующие поля бланка ответов.**

## II. ГЕНЕТИКА

### Задача 2.

У плодовой мушки *Drosophila melanogaster* описаны различные мутантные формы проявления таких признаков, как окраска тела и форма крыльев, для которых могут быть характерны различные типы наследования. К группе признаков с аутосомно-рецессивным типом наследования относится проявление фенотипов «загнутые крылья» и «темное тело». Особи с фенотипом «загнутые крылья» имеют крылья, загнутые вверх в отличие от нормальных мух с прямыми крыльями, характерными для дикого фенотипа. Отличительной особенностью фенотипа «темное тело» является темная (почти черная) окраска туловища – цвета черного дерева, что контрастно отличает таких мушек от особей с серой окраской тела, характерной для особей дикого типа.

От скрещивания гомозиготных родителей: самок с серым телом и нормальными крыльями с самцами с темным телом и загнутыми крыльями во втором поколении было получено следующее соотношение фенотипических классов:

серое тело, прямые крылья	–	70%
серое тело, загнутые крылья	–	5%
темное тело, прямые крылья	–	5%
темное тело, загнутые крылья	–	20%

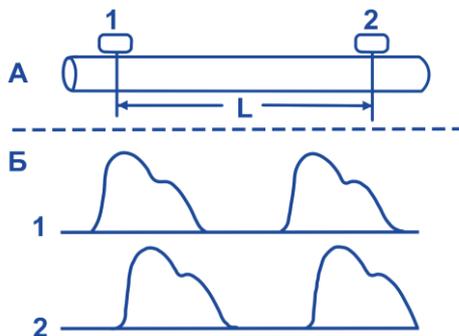
Проанализируйте полученное расщепление и ответьте на следующие вопросы:

**2.1** Укажите долю особей с серым телом и прямыми крыльями среди потомков второго поколения реципрокного скрещивания (при скрещивании гомозиготных родителей: самок с темным телом и загнутыми крыльями с самцами с серым телом и нормальными крыльями). Ответ выразите в процентах с точностью до сотых и впишите в соответствующее поле бланка ответов.

**2.2** Определите расстояние между генами, определяющими проявление рассматриваемых в задаче признаков окраски тела и формы крыльев. Расстояние между генами выразите в процентах кроссинговера с точностью до сотых и впишите в соответствующее поле бланка ответов.

### III. ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

**Задача 3.** На участке артериального русла в проекции крупных сосудов расположены датчики для регистрации сфигмограммы (кривой, представляющей собой графическое изображение биения пульса). Используя данные рисунка 2 (А и Б) определите скорость распространения пульсовой волны (м/с), если  $L=70$  см, а длительность сердечного цикла 0,8 с. Полученные в процессе вычисления значения, округляйте до десятой доли. Ответ запишите в виде целого числа в соответствующее поле бланка ответов.



А – схема расположения датчиков (1 и 2);

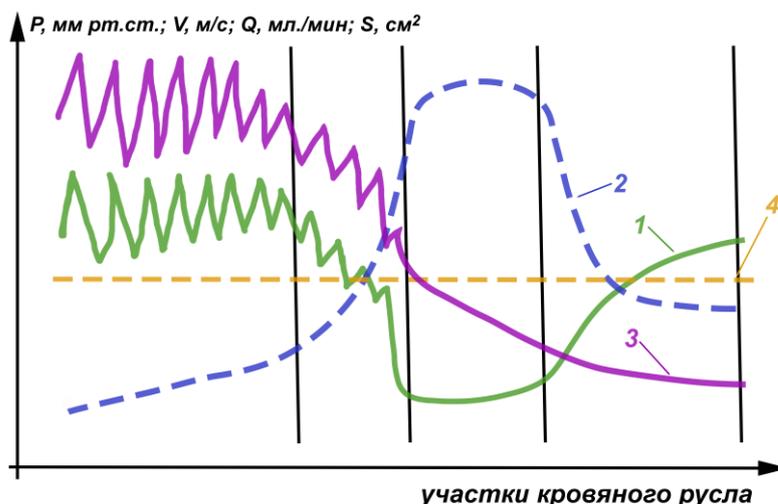
Б 1 – сфигмограмма, зарегистрированная под датчиком 1;

Б 2 – сфигмограмма, зарегистрированная под датчиком 2.

**Рисунок 2 – Схематическое изображение расположения в артериальном участке кровяного русла датчиков и зарегистрированных ими сфигмограмм**

**Задача 4.** Во сколько раз возрастёт сопротивление сосудистой стенки, если радиус сосуда уменьшится в 3 раза, а физико-химические константы крови и длина сосудистого русла не изменятся. Ответ запишите в виде целого числа.

**Задача 5.** На рисунке 3 изображены графики изменения давления, линейной и объемной скорости кровотока и площади поперечного сечения сосудов (от аорты до полых вен), обозначенные цифрами.



**Рисунок 3 – Графики изменения давления, линейной и объемной скорости кровотока и площади поперечного сечения сосудов (от аорты до полых вен)**

Запишите номера соответствующих графиков в последовательности, перечисленной в условии задания, без знаков препинания (например: 1234) в соответствующее поле бланка ответов.

#### IV. ФИЗИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

##### Задача 6.

В биотехнологической лаборатории по микроклональному размножению в культуру *in vitro* было введено растение, обладающее уникальными генами устойчивости к широкому спектру абиотических и биотических стресс-факторов. Всего было получено 6 стерильных черенков, 3 из которых были посажены на среду №1, а оставшиеся 3 – на среду №2. При дальнейшем культивировании на среде №1 было установлено, что растения достигают оптимального размера для последующего микрочеренкования либо для выведения в нестерильные условия *ex vitro* спустя 2 месяца и имеют коэффициент мультипликации равный 5, т.е. из одного 2-месячного микрорастения можно получить 5 микрочеренков. Для растений, культивируемых на среде №2 коэффициент мультипликации был равен 19, однако оптимального для микрочеренкования размера растения достигали лишь через 3 месяца.

**6.1** Рассчитайте, какое максимальное количество растений можно получить за год культивирования на среде №1.

**6.2** Рассчитайте, какое максимальное количество растений можно получить за год культивирования на среде №2.

**6.3** Сколько растений могло быть получено за год в случае, если изначальная посадка 3 черенков и первое микрочеренкование проводились на среде №2, а дальнейшее культивирование на среде №1?

**6.4** Напишите, вещество из какого класса фитогормонов было добавлено в среду №2?

**Впишите ответы в соответствующие ячейки бланка ответов.**