

ISSN 0130-3358

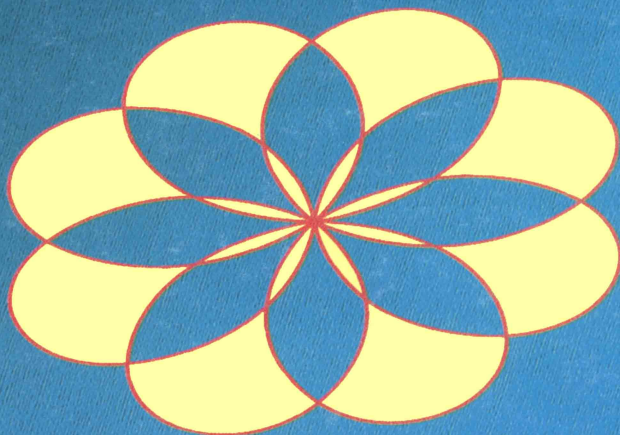
научно-теоретический и методический журнал

МАТЕМАТИКА

в школе

4

2002



$$r = a \sin k\varphi$$

Варианты
выпускных
экзаменационных
работ по алгебре
и началам анализа

Требования,
предъявляемые
к решениям задач
на экзамене

Тематические
планирования
к учебникам
Федерального
комплекта



ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА В ШКОЛЕ: ВЗГЛЯД БИОЛОГА

Н.В.ГЛОТОВ (Йошкар-Ола),
О.В.ГЛОТОВА (Москва)

Много лет занимаясь преподаванием генетики и биометрии (математических методов в биологии) в разных вузах и биологии в школе, мы обратили внимание, что трудности, которые возникают и у учащихся, и у преподавателей при изучении ряда биологических проблем, связаны с несовершенством программ математического образования в школе. На примере курса биологии в школе мы хотим показать, что отсутствие теории вероятностей и статистики в школьной программе препятствует формированию естественнонаучного взгляда на мир, который совершенно необходим любому человеку в современном обществе, независимо от того, кем он станет и чем будет заниматься в жизни.

«Я до сих пор живо помню, как однажды, когда я был еще ребенком, мой отец привел меня на край города, где на берегу стояли ивы, и велел мне сорвать наугад сотню ивовых листочков. После отбора листьев с поврежденными кончиками у нас осталось 89 целых листиков. Вернувшись домой, мы расположили их в ряд по росту, как солдат. Затем мой отец через кончики листьев провел кривую и сказал: «Это и есть кривая Кетле¹. Глядя на нее, ты видишь, что посредственности всегда составляют подавляющее большинство и лишь немногие поднимаются выше или так и остаются внизу»». [2], с. 84.

Стоит ли удивляться, что сегодня мы знаем этого мальчика как замечательного математика Б.Л. Вандер Вардена [1], автора классических курсов «Современная алгебра» и «Математическая статистика». Курс математической статистики [2] насыщен реальными, живыми примерами из физики и химии, астрономии, геодезии и метеорологии, биологии и психологии, медицины и гигиены, статистики народонаселения и экономической статистики, технических приложений.

Биологам для анализа результатов экспериментов и наблюдений необходимо знать некоторые разделы математики. Всех, кто станет профессиональным биологом, в том числе и учителем биологии в школе, врачом, специалистом в области сельского хозяйства и т. д., обучают в вузах основам математического анализа и теории вероятностей. Основы теории вероятностей являются базой для изучения биометрии – статистических методов в биологическом исследовании, без которых невозможно никакое современное исследование. Преподавание этих курсов представляет большую проблему, которую невозможно считать лишь проблемой высшей школы.

Сейчас в общем курсе школьной математики нет никаких элементов теории вероятностей и статистики. Если же ученик сталкивался с этими разделами при изучении углубленного курса математики (а в биологических вузах таких немного), то такого краткого знакомства с этими дисциплинами недостаточно; необходимо не просто научить решать какие-то частные задачи, но выработать элементы *вероятностно-статистического мышления*. Иногда говорят, что мы живем в вероятностном мире. Может быть, это слишком сильное утверждение. Скорее, мы живем в детерминистско-вероятностном мире. Однако когда речь идет о живом, вероятностный аспект усиливается. В самом деле, живое на любом уровне организации жизни (клеточном, организменном, популяционном, биогеоэкологическом) представлено даже не сложными, но сверхслож-

ными системами. А современные математика и биология определенно свидетельствуют, что *сложное похоже на случайное*. Другими словами, поведение сложных и сверхсложных систем достаточно хорошо описывается методами теории вероятностей и математической статистики. Для усвоения этих представлений требуется определенная вероятностная направленность курса школьной математики, т. е. не одноразовое обращение к этим вопросам, а длительное и настойчивое формирование вероятностного мышления, начиная с младших классов. К этому мнению присоединятся не только вузовские биологи, но и специалисты всех других областей естественных и общественных наук: физики, химики, социологи, экономисты и т. д. Вместе с тем начинать формирование вероятностного мышления в вузе – поздно, очень трудно перестроить сформировавшееся детерминистское мышление.

Остается добавить, что вероятностное мышление нужно не только будущему ученому и исследователю, но и любому обывателю, который в буквальном смысле слова отягощен вероятностными предрассудками. Миллионы людей совершенно серьезно однозначно соотносят себя с одним из 12 знаков зодиака, произвольно толкуя предсказания, произвольно забывая ошибочные и фиксируя в памяти сбывшиеся теле-радио-газетные астрологические прогнозы. Примеры такого рода нелепостей, в основе своей обусловленных вероятностной безграмотностью, без труда можно многократно умножить.

Элементарные знания и представления о случайных событиях, вероятностях случайных событий, распределениях и т. д. совершенно необходимы и для усвоения материала общей биологии в старших классах. Больше всего эти знания необходимы при изучении основ генетики. Эта наука родилась в начале XX в. и преобразовала всю биологию. Достижения этой науки привели к тому, что оказалось возможным секвенировать геном человека, создавать новые сорта растений и породы животных, в том числе и генетически модифицированные растения, разрабатывать подходы к лечению наследственных заболеваний и многое, многое другое, о чем мы сейчас читаем практически в любой газете. Чтобы понять закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем, надо владеть такими понятиями, как вероятность случайного события, нужно знать о частоте, о стабилизации частоты, о том, что с помощью частоты оценивается вероятность наступления события, о независимых событиях и вероятности совместного наступления двух событий, если они независимы, о правилах умножения и сложения вероятностей. Например, часто приходится сталкиваться с тем, что учащиеся не могут понять, что расщепление потом-

¹ Кривая Кетле – один из способов представления нормального, или гауссова, распределения.

ков по фенотипу 3 : 1 означает следующее: вероятность появления потомков одного фенотипа равна три четверти, а другого — одна четверть. Изучая наследование двух пар признаков, Мендель установил (и это изучают в школе), что во втором поколении наблюдается расщепление потомков по фенотипу (по совокупности внешних признаков) 9 : 3 : 3 : 1. Далее следует вывод, что признаки наследуются независимо. Без понятия о независимых событиях и о вероятности их одновременного наступления невозможно понять, что этот вывод следует из наблюдаемого расщепления. Учащиеся просто зазубривают эти слова. Как же могут дети отвечать на вопрос школьной программы по биологии (этот вопрос есть и в программе по биологии для поступающих в вузы) «статистический характер законов Менделя», если неизвестно, что такое «статистический»? При изучении темы «Изменчивость» обсуждаются понятия «мутация» и «модификация». Мутации характеризуются как редкие случайные ненаправленные события. И опять за этим кроме слов ничего не стоит, если у учеников не сформировано вероятностно-статистическое мышление. Тема «Модификационная изменчивость» требует знания свойств нормального распределения (тема в учебнике и вопрос на экзаменах формулируются как «Статистические закономерности модификационной изменчивости»).

Подчеркнем, что знание учащимися основ теории вероятностей, статистики и комбинаторики не просто облегчит работу учителя биологии. Эти понятия лежат в основе науки ГЕНЕТИКИ. Такие вопросы общей биологии, как вопросы генетики популяций, закон Харди–Вайнберга, эволюция путем естественного отбора, формы отбора, не могут быть поняты без представлений о статистических закономерностях. Без хорошо сформированного вероятностно-статистического мышления механизм естественного отбора представляется «как выживание сильнейшего», лучшее выживание ме-

нее приспособленной формы в конкретной небольшой популяции остается загадкой; выживание кистеперой рыбы Латимерии [3] воспринимается как чудо. Напротив, поиски «снежного человека» (даже в Ленинградской области!) и обнаружение тактильного зрения (кончиками пальцев) [4] захватывают воображение.

В школьных программах математики сегодня нет «идеологии» теории вероятностей и математической статистики. Исключены сейчас из программы и элементы комбинаторики. Это — дорога в никуда. А между тем опыт детерминистско-вероятностного изложения математики в школе есть, опыт очень интересный и полезный [5, 6]. Авторам указанных учебников удалось естественно «вплести» вероятностно-статистическую компоненту в общую программу школьной математики. Читая в университете биологам теорию вероятностей (II курс) и биометрию (III курс) в условиях нулевой вероятностной грамотности студентов, мы используем приемы и методические приемы из этих учебников. Оказывается, что эти подходы не просто полезны, но без этого школьного, элементарного уровня просто не обойтись! Иначе, по крайней мере для биологов, получим, как говорил Н.В.Тимофеев-Ресовский, «высшее образование без среднего».

Литература

1. Математика. Большой энциклопедический словарь. — М.: «Большая Российская энциклопедия», 1998, с. 674.
2. Ван дер Варден Б.Л. Математическая статистика. — М.: ИЛ, 1960.
3. Смит Дж. Л.Б. Старина четвероног. — М.: Географгиз, 1962.
4. Шовен Р. Мир насекомых. — М.: Мир, 1970.
5. Математика 6 / Под ред. Г.В.Дорофеева и И.Ф.Шарыгина. — М.: Дрофа, 1997–2001.
6. Математика 7–9 / Под ред. Г.В.Дорофеева. — М.: Дрофа, 1997–2001.