

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра математической статистики

Информационный дайджест:

Математика и медицина

9 – 15 декабря 2019 г.

7.01.2020, источник: Indicator.Ru

Для КМС ИВМиИТ подготовил Казанцев А.В.

<https://indicator.ru/medicine/intervyu-villi-jeger.htm>

12 октября 2018 в 20:00 [Медицина](#)

Математика и медицина в поисках человека эпохи Возрождения

Интервью с профессором Гейдельбергского университета Вилли Йегером



Профессор Гейдельбергского университета, специалист в области математической медицины Вилли Йегер

[Rene Wolfik/Univerzita Karlova](#)

Какие загадки несет в себе сепсис, почему в современной науке недостаточно быть только математиком и только медиком и зачем ей человек эпохи Возрождения, в интервью Indicator.Ru рассказал профессор Гейдельбергского университета, крупнейший специалист в области математической медицины Вилли Йегер. Он читал лекцию в рамках круглого стола «Математическое и имитационное моделирование: ключевые инструменты для решения задач в медицине», который проходил в Российском университете дружбы народов (РУДН).

— Поскольку вы выступаете здесь как представитель математической медицины, то напрашивается вопрос: вы считаете себя математиком или медиком?

— Изучал я математику и физику, степень получил по математике, но очень давно сближаюсь с естественными науками. Вообще, я никогда не планировал заниматься медициной в целом и сепсисом в частности. Почему? Я начал заниматься биологическими медицинскими проблемами очень давно, но не потому, что мне нравилось, а потому, что мои студенты хотели этим заниматься, и один из них изучал иммунную систему. Я почитал про нее, и она оказалась такой сложной, что я сказал: «Никогда в жизни!» Но у меня были очень храбрые коллеги, они исследовали ее, получали гранты... И они звали меня. Я согласился и до сих пор ни разу не пожалел.

— Вы прочитали прекрасный доклад о математическом моделировании сепсиса. Можете вкратце рассказать о его ключевых моментах?

— Сепсис — это феномен, важность и сложность которого мы сейчас осознаем в полной мере, потому что, по статистике, каждые шесть секунд от него кто-то умирает. Это действительно серьезная проблема, особенно для тех, кто отвечает за этап интенсивной терапии.

Мне печально об этом говорить, но трое моих друзей умерли от сепсиса, один из них — после очень хорошо прошедшей операции. Результат сепсиса — полный отказ организма, и вопрос в том, почему это происходит.

Однажды у нас был такой же мозговой штурм, как здесь, в РУДН. Собрались математики и врачи, и один из коллег-медиков рассказал нам о сепсисе. Он сказал, что мы не понимаем природу этого явления. Многие врачи признались, что это катастрофическая ситуация, с которой они больше не могут бороться: несмотря на то, что часть пациентов выздоравливает, многие погибают от осложнений. В ходе дискуссии мы пришли к тому, что необходимо понять динамику процесса, особенно динамику борьбы иммунной системы.

Одна из возможностей, о которой я размышлял, называется «аутоиммунной реакцией» — возможно, при сепсисе в распознавании собственных клеток тела иммунными клетками происходят некоторые изменения. Потом я поговорил с коллегой из Мангейма, отправился в клинику, где он работает, и оказалось, что дело в чем-то другом. В чем именно, мы по-прежнему не знаем.

— И сейчас вы занимаетесь этим вопросом?

— Да, я решил помочь коллегам разобраться в проблеме сепсиса. Мы изучаем это явление, приближаясь к пониманию процессов, которые, возможно, связаны с иммунной системой:

как она активируется, действует и контролируется, как она останавливается, если ее активность должна быть остановлена (потому что в противном случае ущерб, нанесенный иммунными клетками собственному телу, может быть ужасным).

Я как математик понял, что могу попытаться помочь коллегам-медикам работать лучше, чем раньше. В медицине и биологии редко выдвигаются гипотезы, но гипотезу иметь нужно, и у моего коллеги из Мангейма, занимающегося интенсивной терапией, она была. Ранее врачи в основном изучали статистику исходов сепсиса и прочие данные, но никогда не публиковали статей. А я увидел, что в науке действительно не рассматривалась его гипотеза: причиной смерти может быть гипоксия — кислородное голодание. Это меня впечатлило, и сейчас мы изучаем процессы, которые связаны с проблемами в системе клетки. Одна из таких проблем — снабжение кислородом. И, возможно, уровнем выше стоит процесс производства клетками энергии, которая должно питать ткань, давать энергию сердцу.

Сейчас становится все более реальным использование математических концептов, чтобы уменьшить количество «плохих» клеток в рассматриваемых нами системах.

Еще один важный момент. В современной биологии мы смотрим на элементарные, клеточные процессы, но такая биология не рассказывает о вашем теле в целом. Вам нужно с этого уровня подниматься выше, это абсолютно необходимо как для математики, так и для компьютерных наук.

— **Возможно, также и для биофизики.**

— Биофизика и биохимия взаимосвязаны, но технология будет все равно компьютерная или математическая. Я не всегда могу разграничить физику и математику. Раньше, в XIX веке, физика считалась одной из математических наук, как астрономия. Те инструменты, которые я использую, в основном математические и компьютерные.

— **Современная наука очень дифференцированная и узконаправленная. У всех ученых специализированные познания, нужен отдельный специалист по хроматину, по АТФ... При этом вне интеграции научных прорывов сейчас, пожалуй, не достичь. А количество научных статей, научного знания просто огромное. Как можно в настоящее время в таких условиях организовать междисциплинарную работу?**

— Вы правы, интеграция абсолютно необходима. В биологии сейчас действительно много специалистов с познаниями в узких областях, и они не могут думать системно. А по поводу систем в биологии я могу рассказать кое-что особенное.

Реальная история: один американец, который считается создателем системной биологии, купил огромное здание для исследовательского института BioQuant в Гейдельберге, собрал вокруг себя серьезное научное сообщество, и когда я там оказался, то увидел, что люди, создавшие так называемую системную биологию, не знали, что системы играют важную роль в любых исследованиях, а не только в биологии. Некоторые западные ученые успешно об этом забыли. И все, что мы сделали много времени назад, делалось с использованием системного подхода, но они смогли превратить это в нечто осязаемое и заработали на этом много денег.

Мне не нравится такой подход, я не буду так делать, потому что можно дать много обещаний, но можно ли будет их выполнить? Так можно все разрушить. И системная биология явно движется в этом направлении, начиная ходить по кругу.

— По-моему, это вопрос доверия между разными учеными. Мне кажется, что в данный момент математикам нужны медики и биологи для того, чтобы проверять гипотезы и получать материал для проведения экспериментов, чтобы проверить, правы ли вы. И вот вопрос: кто кому больше нужен — медики математикам или математикам математикам?

— Давайте уточним, вы говорите о теоретических медицинских исследователях?

— Да.

— То есть клиницистов исключаем. Смотрите: как только вы получаете количественные результаты, вы, как медик, нуждаетесь в математике. Но некоторых математиков я бы даже не рекомендовал в качестве консультантов, потому что они бы просто дали нам теорию и все. Вы знаете эту шутку? «Дали нам сферического коня в вакууме и успокоились».

Поэтому мы должны быть аккуратны. Я думаю, нам, математикам и врачам, нельзя разделяться, нам жизненно необходимо работать вместе. Примерно 20-25 лет назад мы начали изучать разделение броуновских частиц. Математики, среди которых были и русские, использовали для описания химических реакций одно-два уравнения. Если же посмотреть на реальную химию, выясняется, что практика разрушает все теоретические выкладки. Чтобы она не разрушалась, пришлось углубляться в огромные системы молекул в различных состояниях, при их разделении появлялись свободные радикалы... Это очень сложно, но все же проще, чем сложная биологическая система. И если бы математики следовали нашим советам, они сразу работали бы вместе с химиками — нужно было проводить химические эксперименты, используя математические принципы.

Мы часто сильно сокращаем формулы, это очень важный математический принцип. Как корректно упростить сложное? Если не поставить правильный вопрос, то вы не сможете этого сделать. Вы используете математические и компьютерные инструменты, чтобы разобраться в задаче. Нужно провести измерения, и вам понадобятся результаты, которые получили медики, инженеры, физики, химики. А затем вы разрабатываете математические и компьютерные инструменты, чтобы уменьшить и упростить получившуюся систему.

Это и есть тот самый момент, когда сотни уравнений превращаются в несколько. Этот процесс занимает время, но в результате мы сможем понять, что важно изменить.

— Когда вы привлекаете специалистов из другой отрасли науки, важно соблюдать своеобразный баланс. Сложно представить, что может рассчитать математик, не разбирающийся в химии, без должной помощи со стороны самих химиков.

— Конечно. Например, медики смотрят на симптомы и по ним определяют болезнь. Мы, математики, можем помочь, создав классификацию способов ее диагностировать, но это станет возможным только с помощью медиков, потому что математики понятия не имеют, какие процессы происходят, например, в почках. (Я думал, почки хорошо изучены, но здесь, на лекции в РУДН, я понял, что с помощью математики о них можно узнать гораздо больше).

Я недавно был на конференции, и там обсуждалась математическая проблема, очень похожая на проблемы строения почки. В почках есть соединения между порами, эти поры могут опуститься и заблокироваться. Математики могут смоделировать этот процесс, но по собственному опыту работы с ними могу сказать, что они при этом могут не иметь ни

малейшего представления о том, что именно они исследуют, они просто получают результаты с помощью алгоритмов.

Я попросил одного из таких специалистов показать мне список медицинских результатов, которые он получил. Просмотрев список, я понял, что четыре результата неверны, поскольку я разбираюсь в процессах, о которых были получены эти результаты. И если бы все было так, как описывали эти теоретические выкладки, вы не могли бы сидеть здесь, поскольку обладали бы анаэробным дыханием. Я так и сказал этому разработчику. Что такое анаэробное дыхание, он совершенно не представлял.

Вот поэтому и нужно быть аккуратными. И то, что вы упомянули, очень важно. Очень хорошо, что мир старается способствовать сотрудничеству между разными отраслями науки, но будьте осторожны! Внутри математики должна быть только математика, и, хотя межотраслевая работа часто необходима, она осуществляется не всегда. Вот почему я процитирую Леонардо да Винчи: нужно видеть полную картину болезни.

— **Нам нужен человек эпохи Возрождения в медицине?**

— Именно!

Автор: [Алексей Паевский](#)