

УДК 378.147

## О ПРОБЛЕМАХ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «БИОЛОГИЯ»

Е. А. Калаева, В. Г. Артюхов, В. Н. Калаев

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 1 февраля 2016 г.

**Аннотация:** охарактеризованы основные тенденции развития современной биологии, требования к выпускникам вузов. Проанализированы проблемы преподавания дисциплин математического цикла у студентов-биологов. Описаны место и роль курсов по математической статистике в подготовке кадров, недостатки имеющейся учебной литературы, требования к современному учебному пособию по математической статистике.

**Ключевые слова:** биометрия, биофизика, математическая статистика, учебник, мотивация.

**Abstract:** the basic trends in the development of modern biology as well as the requirements for graduates have been characterised. The problems of teaching mathematical disciplines to biology students have been analysed. The role and place of mathematical statistics in education, the shortcomings of available textbooks, and the requirements for a modern textbook on mathematical statistics have been described.

**Key words:** biometrics, biophysics, mathematical statistics, textbook, motivation.

Развитие биологии показало, что для понимания и изучения биологических процессов и явлений необходимо применение понятий и подходов точных наук. Количество новой информации таково, что систематизировать его без математического аппарата невозможно. Приложение методов современной математики к положениям и законам биологии позволяет придать им более четкую и содержательную форму, а также выявить новые, ранее не известные, аспекты. Математика представляет собой основу для анализа и моделирования физических, химических, биологических процессов, необходима для обработки результатов экспериментов. Для грамотного и продуктивного чтения биомедицинской литературы также необходимо научиться понимать и оценивать правильность применения статистических методов, используемых для анализа данных. Таким образом, роль математических методов в естествознании резко возрастает, поэтому использование математики в качестве инструмента в своей сфере деятельности должно быть доступно любому выпускнику вуза, независимо от его специализации.

В биологию, геологию и другие «описательные» естественные науки математика начала внедряться только во второй половине XX в.

Объективной причиной этого явилась сложность объектов и процессов, которые изучают естественные науки, поскольку трудно найти математические абстракции, подходящие для их описания. Математические методы, разработанные с учетом принципа единства живой природы и возможности практической их реализации с использованием программного обеспечения, являются достижением в области постановки анализа и биометрических исследований. XXI век теперь называют не просто «веком биологии», а веком «математической биологии». Интеграция различных отраслей знания неотвратима и необратима. Эта позиция получила развернутую реализацию в современной биофизике. Развитие этого раздела науки тесно связано с интенсивным взаимопроникновением идей, теоретических подходов и методов биологии, физики, химии, математики и компьютерных технологий [1]. Биофизика является теоретической основой ряда общебиологических дисциплин, таких как биохимия, физиология, цитология, фото- и радиобиология.

Деятельность выпускника вуза в современных условиях тесно связана с внедрением в нее сложных инструментальных методов анализа, процедур математического моделирования биологических процессов и явлений. Новые условия в сфере труда оказывают непосредственное воздействие

на цели преподавания в области высшего образования и требования к качеству подготовки выпускников вузов. От специалиста-биофизика требуется одновременное владение фундаментальными понятиями и логическими концептуальными схемами, характерными для биологии, физики и математики. Новые научные исследования ведутся во все возрастающем темпе, однажды приобретенные знания быстро устаревают, и специалистам любой области становится все труднее оставаться на уровне последних достижений в собственном предмете, не говоря уже о сопутствующих смежных дисциплинах. Высокая скорость обновления естественно-научных знаний требует обучения будущих специалистов умению учиться в процессе своей профессиональной деятельности. Переход от парадигмы «образование на всю жизнь» к парадигме «образование в течение всей жизни» [2] ставит задачу сформировать мотивационную готовность и развить способности к самостоятельному формированию профессиональной компетентности и компетенций. Успешная работа выпускника после окончания вуза зависит от способности не только транслировать полученные знания и умения и применять их на практике, но и постоянно пополнять запас первоначальных знаний и повышать тем самым свой профессиональный уровень [3].

Однако в последние годы отмечается неприязнь, а нередко и отторжение студентами занятий по математике. Это объясняется как невысоким общим уровнем подготовки абитуриентов, так и низким качеством их знаний в области математики. Причин этого несколько. Сложившиеся социально-экономические условия, представление о финансовом благополучии как единственном критерии успешности в жизни оттеснили естественно-научные и инженерные специальности в категорию «недоходных», а следовательно, малостребованных. Негативная демографическая ситуация, появление большого количества вузов, валовой прием в них по принципу «всех подряд» привели к заметному снижению требований к поступающим. Произошло обесценивание высшего образования, поскольку получить его в настоящее время может практически любой желающий, независимо от способностей и мотивации к обучению [4].

Следует отметить, что качественное усвоение материала курса возможно только при высоком уровне внутренней мотивации. Студент должен «видеть» материал не как нечто абстрактное, а как то, что непосредственно его касается и затрагивает, связано с его жизнью, профессиональным будущим. У него должна быть возможность «узна-

вать» себя в тех законах, правилах, теориях, примерах и т.д., которые ему преподаются. Если этого не происходит, то наблюдается отторжение учебного материала как чего-то инородного, и студент благополучно забывает его после сдачи экзамена или зачета. Последнее является вполне нормальной реакцией человеческой психики.

Процесс обучения не осознается студентами как целостный, между компонентами которого существуют преемственные связи [5]. Кроме того, с каждым годом возрастает дефицит времени, отводимого для изучения огромного объема содержания учебного материала. Пути решения этой задачи необходимо рассматривать в свете современного состояния проблемы фундаментальности высшего образования. Расширение учебных программ и, соответственно, увеличение рабочей нагрузки на студентов не может быть корректным и реалистичным решением данной проблемы. В связи с этим предпочтение следует отдавать предметам, развивающим интеллектуальные способности студентов, обобщающим и систематизирующим научные знания [6]. По нашему мнению, одной из таких дисциплин является курс «Математические методы в биологии».

Курс «Математические методы в биологии» (Б1.Б.9) относится к базовой части (Б.1.Б) дисциплин (модулей) основной образовательной программы подготовки бакалавров на биолого-почвенном факультете Воронежского госуниверситета. В рамках изучения дисциплины продолжается развитие математического кругозора студентов, формируется связь между математическими дисциплинами («Математика», «Физика») и дисциплинами профессиональной подготовки («Генетика», «Компьютерные исследования и моделирование биопроцессов», «Спецпрактикум» и др.). Знания, умения и навыки, приобретенные в процессе освоения курса «Математические методы в биологии», реализуются при выполнении выпускных квалификационных работ бакалавров. Они сохраняют свою актуальность для обучающихся в магистратуре и аспирантуре, где значительную часть образовательного процесса составляет научно-исследовательская работа.

Способность применить статистический подход в биологических исследованиях не сводится к заучиванию нескольких формул и умению пользоваться компьютерной программой. Как и любая творческая деятельность, применение статистических методов и интерпретация полученных результатов требуют глубокого проникновения в суть дела — понимания как возможностей и ограничений используемых методов, так и существа решаемой задачи. Однако освоение статистики

пока еще слабо мотивировано. Недооценка роли этого предмета со стороны студентов связана с тем, что они недостаточно представляют области применения математической статистики в биологии и вследствие этого мало заинтересованы в освоении изучаемого материала.

Несмотря на то что ежегодно в свет выходит большое количество пособий по теории вероятностей и математической статистике, анализ рынка специализированной литературы и рабочих программ дисциплины «Математические методы в биологии» (или аналогичных дисциплин) ряда российских вузов позволил установить серьезный дефицит учебников, ориентированных на освоение данного предмета студентами биологических, медицинских, ветеринарных, сельскохозяйственных, физкультурных факультетов и вузов. Львиная доля изданий приходится на учебники и учебные пособия для специалистов экономического, технического и инженерного профилей, поэтому при подборе литературы для студентов биологических и смежных специальностей проявляются следующие тенденции.

1. Заслуженной популярностью пользуются работы, подготовленные специалистами в области биомедицинской, сельскохозяйственной, ветеринарной статистики, написанные доступным, понятным языком. К сожалению, впервые увидевшие свет 20–40 лет назад и периодически переиздаваемые [7–9], они не всегда отвечают современным требованиям и уровню развития науки.

2. «Универсальные» учебники или учебники для экономических, технических и инженерных специальностей рассчитаны на достаточно высокий уровень математической подготовки студентов.

3. В медицинских вузах, где на изучение дисциплин математического цикла отведено всего несколько часов, часто используются отдельные разделы учебников по высшей математике, посвященные математической статистике, теории вероятностей и т.д. [13–15]

4. В учебном процессе используют собственные разработки преподавателей, читающих соответствующие курсы, предназначенные преимущественно для внутреннего пользования, зачастую в форме электронных ресурсов, адаптированные под конкретное направление подготовки или группу специальностей в рамках данного вуза и практически недоступные широкому кругу читателей.

Таким образом, в области преподавания математической статистики обучающимся естественно-научного, медицинского, сельскохозяйственного и подобных направлений складывается доста-

точно проблематичная ситуация. Студенты в ходе «освоения» курса получают очередную порцию формул, теорем, законов, имеющих весьма опосредованное отношение к их будущей профессиональной деятельности, или же «облегченный», «адаптированный» материал, который не формирует знаний, умений, навыков в области статистического анализа данных. Преподаватели стоят перед дилеммой: либо «гнуть свою академическую линию», не обращая внимания на уровень подготовки обучающихся, либо попытаться каким-то образом разрешить противоречие между необходимостью качественно преподавать дисциплину и отношением к ней студентов. Представляется необходимым делать основной акцент в преподавании этого предмета на практическом использовании методов статистики в решении задач, приближенных к исследованиям и практическим работам студентов. Разумное сочетание теоретического материала, позволяющего понять назначение и содержание основных разделов математической статистики, и примеров статистической обработки реальных данных биологических экспериментов, иллюстрирующих практическое приложение и «пользу» того или иного метода анализа, возможно, позволят изменить представление студента-биолога о «Математических методах в биологии» как о чем-то непостижимом, оторванном от реальной деятельности, а также стимулируют личную заинтересованность в освоении данной дисциплины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Артюхов В. Г.* Биофизика в системе дисциплин подготовки современного биолога / В. Г. Артюхов, О. В. Башарина // Вестник ВГУ. Сер.: Проблемы высшего образования. – 2010. – № 2. – С. 106–111.
2. *Хицова Л. Н.* О мотивациях принципов, заложенных в стандартах разных поколений, и пути оптимизации их стабильности / Л. Н. Хицова, А. В. Семенихина, В. Г. Артюхов // Вестник ВГУ. Сер.: Проблемы высшего образования. – 2015. – № 4. – С. 107–112.
3. *Щербакова И. В.* К проблеме профессиональной адаптации студентов-первокурсников медицинского вуза / И. В. Щербакова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2014. – Т. 4, вып. 3. – С. 210–212.
4. *Артюхов В. Г.* Единение равных (проблема обеспечения качественного образования в университетах РФ) / В. Г. Артюхов, Л. Н. Хицова, Т. Н. Попова // Вестник ВГУ. Сер.: Проблемы высшего образования. – 2014. – № 4. – С. 32–35.
5. *Базыма И. В.* Интерактивный подход к преподаванию психологии в технических вузах / И. В. Базыма. – Режим доступа: <http://www.km.ru/referats/072DCCFF31184E51AA183EFC0089CD5F>

6. Болонский процесс : середина пути / под ред. В. И. Байденко. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов : Российский новый университет, 2005.

7. Гланц С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М. : Практика, 1999. – 459 с.

8. Лакин Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1990. – 352 с.

9. Плохинский Н. А. Математические методы в биологии : учеб.-метод. пособие для студентов биол. фак. ун-тов / Н. А. Плохинский. – М. : Изд-во МГУ, 1978. – 265 с.

10. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие / В. Е. Гмурман. – М. : Юрайт, 2012. – 479 с.

11. Елисеева И. И. Общая теория статистики : учебник для студ. вузов по напр. и спец. «Статистика» / И. И. Елисеева, М. М. Юзбашев ; под ред. И. И. Елисеева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 654 с.

12. Лагутин М. Б. Наглядная математическая статистика : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. «Математика» и «Математика. Прикладная ма-

тематика» / М. Б. Лагутин. – М. : БИНОМ : Лаборатория знаний, 2007. – 472 с.

13. Ильин В. А. Высшая математика / В. А. Ильин, А. В. Куркина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Проспект : Изд-во Моск. ун-та, 2011.

14. Сударев Ю. Н. Основы линейной алгебры и математического анализа / Ю. Н. Сударев, Т. В. Першикова, Т. В. Радославова. – М. : Академия, 2009.

15. Ремизов А. Н. Учебник по медицинской и биологической физике : учебник для студентов мед. вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко. – 7-е изд., стереотип. – М. : Дрофа, 2007.

16. Антипов Г. П. Генетика с биометрией : учеб. пособие / Г. П. Антипов, А. П. Лисицын, В. В. Лавровский ; Моск. с.-х. академия им. К. А. Тимирязева ; каф. генетики и разведения с/х животных. – М. : Изд-во МСХА, 1995. – Ч. 1 : Биометрия. – 166 с.

17. Васильева Л. А. Биологическая статистика / Л. А. Васильева. – Новосибирск : ИЦиГ СО РАН, 2004.

18. Гашев С. Н. Математические методы в биологии : анализ биологических данных в системе Statistica : учеб.-метод. пособие / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2014. – 208 с.

*Воронежский государственный университет*

*Калаева Е. А., кандидат биологических наук,  
доцент кафедры биофизики и биотехнологии  
E-mail: kalaevae@gmail.com  
Тел.: 8(473)220-85-86*

*Артюхов В. Г., доктор биологических наук,  
профессор, заведующий кафедрой биофизики и  
биотехнологии, декан биолого-почвенного фа-  
культета*

*E-mail: bfl88@bio.vsu.ru  
Тел.: 8(473)220-89-81*

*Калаев В. Н., доктор биологических наук,  
профессор кафедры генетики, цитологии и  
биоинженерии*

*E-mail: Dr Huixs@mail.ru  
Тел.: 8(472)220-88-76*

*Voronezh State University*

*Kalaeva Ye. A., PhD in Biology, Professor of the  
Department of Biophysics and Biotechnology  
E-mail: kalaevae@gmail.com  
Tel.: 8(473)220-85-86*

*Artyukhov V. G., Dr. habil. in Biology, Head of the  
Department of Biophysics and Biotechnology, Dean  
of the Faculty of Biology and Soil Sciences*

*E-mail: bfl88@bio.vsu.ru  
Tel.: 8(473)220-89-81*

*Kalaev V. N., Dr. habil. in Biology, Professor of  
the Department of Genetics, Cytology and Bioengi-  
neering*

*E-mail: Dr Huixs@mail.ru  
Tel.: 8(473)220-88-76*