

УДК 511.7

ББК 22.17

М-22

*Мамадалиева Людмила Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики и системного анализа инженерно-экономического факультета Майкопского государственного технологического университета, e-mail: mamadln@mail.ru*

**ОБУЧЕНИЕ БАКАЛАВРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ  
ПОСТРОЕНИЮ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ  
СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

(рецензирована)

*Предмет исследования – методика обучения инженеров-технологов математическому моделированию случайных процессов. Объект исследования – обучение студентов теории случайных процессов. Цель исследования – поиск научных основ содержания, методов и средств обучения математическому моделированию случайных процессов. Методическая разработка отвечает цели профессионального образования: овладению студентами научными знаниями и профессиональными умениями, необходимыми инженерам-технологам высшей квалификации.*

**Ключевые слова:** *бакалавр технологических направлений, моделирование случайных процессов.*

*Mamadaliyeva Lyudmila Nicholaevna, Candidate of Pedagogics, assistant professor of the Department of Higher mathematics and Systems Analysis of the Engineering-economic faculty of Maikop State Technological University, e-mail: [mamadln@mail.ru](mailto:mamadln@mail.ru)*

**TEACHING CONSTRUCTION OF PROBABILITY MODELS OF RANDOM PROCESSES  
USING INTERACTIVE TECHNOLOGIES TO BACHELORS  
OF TECHNICAL SCIENCES**

(reviewed)

*The subject of the research - methods of teaching engineers mathematical modeling of random processes. The object of the research - teaching students the theory of random processes. The purpose of the research – finding scientific bases of content, methods and means of mathematic modeling of random processes. Methodical development is relevant to the goal of vocational education: mastering scientific knowledge and professional skills that are necessary for engineers of high qualification.*

**Keywords:** *bachelor of technological sciences, modeling of random processes.*

В современной производственной технологической деятельности при разработке технологий продукции с наперед заданными свойствами и неоднозначно определенными входными параметрами технологических процессов для инженеров-технологов значимым является владение методами количественного анализа. В связи с этим важным элементом в профессиональной подготовке будущих технологов является умение моделировать случайные технологические процессы. Осознание студентами технологических направлений подготовки этого факта обуславливает повышение у них мотивации к изучению элементов теории случайных процессов и способствует улучшению качества усвоения ее базовых понятий.

Знакомство студентов с моделированием случайных процессов следует начать с простейших методов их исследования. Для этого вводим характеристики случайного процесса – математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию, которые являются базовыми понятиями в корреляционной теории. Целесообразность введения этих понятий состоит в том, что о свойствах случайного процесса можно судить, не зная случайную функцию, описывающую этот процесс.

Достаточно знать его математическое ожидание, дисперсию и корреляционную функцию. Эти важные характеристики способствуют накоплению представлений студентов о случайных процессах. Чтобы убедить студентов в необходимости изучения этих понятий для будущей профессиональной деятельности, сформулируем конкретную производственную задачу и предложим решить, организовав деловую игру.

Деловая игра – интерактивный метод обучения. Современные активные методы обучения, по определению Е.В. Зарукиной [1], – это методы, направленные на активизацию мышления обучаемых, характеризующиеся высокой степенью интерактивности, мотивации и эмоционального восприятия учебного процесса, и позволяющие активизировать и развивать познавательную и творческую деятельность обучаемых; повышать результативность учебного процесса; формировать и оценивать профессиональные компетенции, особенно в части организации и выполнения коллективной работы.

Опишем концепцию этой методической разработки.

*Деловая игра «Производство сыра»*

*Тематический блок «Обучение студентов построению вероятностных моделей случайных процессов при изучении характеристик случайного процесса».*

*Цели обучения.*

1. Познакомить студентов с простейшими методами исследования случайных процессов.
2. Сформировать понимание необходимости практического применения математических знаний в будущей профессиональной деятельности.
3. Развитие умения ставить перед собой цель исследования и организовывать свою деятельность для их достижения.
4. Научить студентов применять полученные знания и навыки в процессе общения с сокурсниками.
5. Закрепление в памяти студентов ранее изученного материала по теме «Характеристики случайного процесса: математическое ожидание».
6. Подготовить студентов к изучению других характеристик случайной функции: дисперсии, корреляционной функции.
7. Дать студентам практику принятия решений в условиях, приближенных к реальным производственным.

*Участники:* студенты, обучающиеся по направлениям подготовки «Математическое и имитационное моделирование экономических процессов», «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Планирование эксперимента».

*Временной регламент:* 90 минут (1 пара).

*Инструкции участникам:* перед деловой игрой проработать теоретический материал по темам: «Метод наименьших квадратов», «Математическое ожидание случайной функции».

**Таблица 1 - Критерии оценки участников**

1	По данным Таблиц 1, 2 и 3 правильно вычислены средние значения случайных величин $U$ и $V$ – количества бактерий в заквасках 3-I и 3-II, а также средний уровень кислотности при созревании сыров	1 балл
2	Выполнен пункт 1 критерия + правильно построена эмпирическая функция зависимости кислотности от времени	2 балла
3	Пункт 1+пункт 2+ правильно сделано предположение о выборе функции, которую нужно выводить	3 балла
4	Пункт 1+пункт 2+пункт 3+по опытным данным вычислена функция, выражающая зависимость процесса нарастания уровня кислотности в созревающем сыре от времени	4 балла
5	Спрогнозировано, через сколько дней от начала созревания сыра его кислотность достигнет значения $140^{\circ}\text{T}$	5 баллов

### Правила игры.

1. Студенты разбиваются на две группы + экспертная комиссия. Получают условие задачи.
2. Мозговая эстафета: каждый участник группы генерирует идеи и записывает их на рабочем листе.
3. Поочередное изложение идей каждым из участников и их оценка другими участниками с использованием чек-листов. Идеи оцениваются по пятибальной шкале: **В** – важность идеи для решения поставленной задачи, **Ф** – качество формулировки.
4. Обработка чек-листов и отбор лучших идей экспертной комиссией.
5. Проектирование решений на основе отобранных идей. Для вычисления коэффициентов функций разрешается использование компьютерной программы, позволяющей решить систему уравнений, полученную по методу наименьших квадратов
6. Подготовка и представление результатов решения задачи каждой из групп. Для подготовки презентации разрешается использование компьютерной программы, позволяющей построить график полученной функции.
7. Перевод результатов решения с математического языка в термины производственной ситуации и в зависимости от результата исследования принятие управленческого решения: какой вид продукции выбрать заводу, чтобы увеличить товарооборот?
8. Оценивание вклада каждого из участников в решение производственной задачи по следующему критерию.
9. Подведение итогов.

*Условие задачи* [2]. Для производства сыра двух видов – **A** и **B** завод закупает бактериальные препараты, содержащие разный набор штаммов молочно-кислых бактерий. Эти препараты используются для приготовления заквасок. Закваски влияют на скорость созревания сыра. Чем быстрее созревает сыр, тем быстрее происходит товарооборот завода, что увеличивает количество прибыли. Полученную закваску вносили по технологии в молоко. В конце исследовали скорость процесса созревания сыра. Одним из показателей созревания является повышение кислотности первоначального продукта от 24°Т (Тернера) до 150°Т в готовом сыре.

Выбор стоит между производством двух видов сыра. Перед технологом ставится задача: сделать анализ процессов приготовления сыров. Для сыра **A** делается закваска 3-I в 8-и сосудах. Для сыра **B** – закваска 3-II. Через 35 мин. фиксируется количество выращенных бактерий.

Таблица 2 - Результаты наблюдений за количеством бактерий в заквасках

№ сосуда	1	2	3	4	5	6	7	8
Количество бактерий в закваске 3-I, млрд./см <sup>3</sup>	14	12	15	14	14	15	14	14
Количество бактерий в закваске 3-II, млрд./см <sup>3</sup>	24	20	21	22	24	21	23	21

Таблица 3 - Данные наблюдений за уровнем кислотности при созревании сыра **A**

<i>t</i> , дней	5	10	15	20	25	30	35	
Кислотность, °Т	1-й опыт	57	68	78	86	94	101	107
	2-й опыт	55	67	80	88	96	103	105
	3-й опыт	56	66	79	89	93	103	109
	4-й опыт	55	66	79	88	92	99	109
	5-й опыт	54	70	76	86	96	99	105

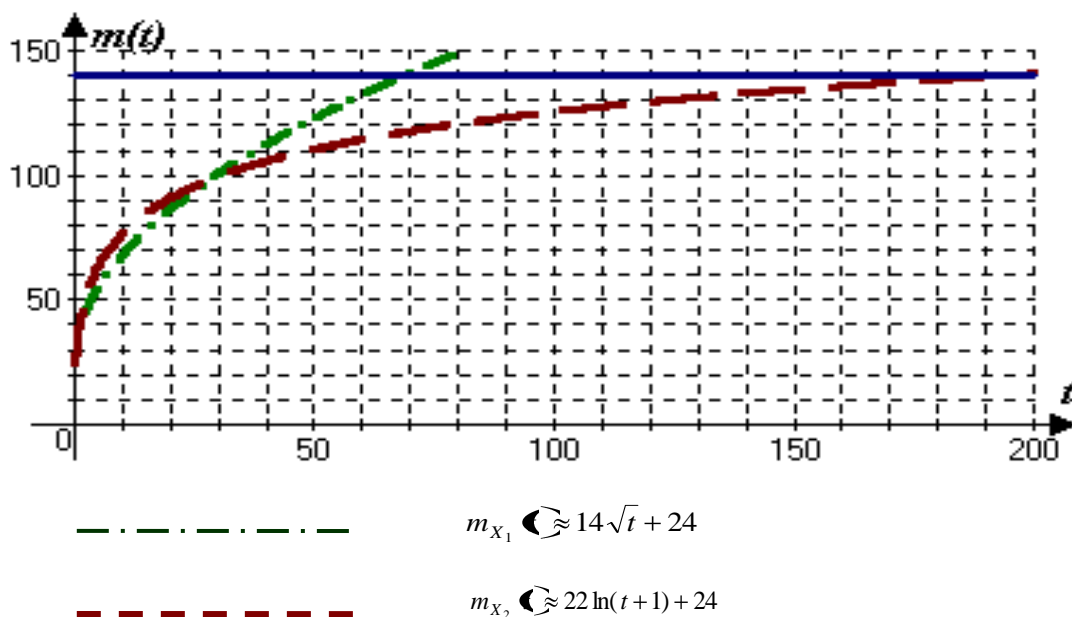
Таблица 4 - Данные наблюдений за уровнем кислотности при созревании сыра **B**

<i>t</i> , дней	5	10	15	20	25	30	35	
Кислотность, °Т	1-й опыт	62	78	87	91	94	99	101
	2-й опыт	61	77	85	92	97	99	103

	3-й опыт	64	75	86	91	98	101	103
	4-й опыт	65	76	84	90	96	100	105
	5-й опыт	63	78	85	91	95	102	104

Среднее значение случайных величин  $U$  и  $V$  – количества бактерий в заквасках 3-I и 3-II и среднее значение уровня кислотности в наблюдаемые дни студенты находят по данным таблиц 2, 3, 4.

Далее студенты строят случайные функции  $X_1(t)$  и  $X_2(t)$ , характеризующие уровень кислотности при созревании сыров. Находят математическое ожидание этих функций. После того, как вычислены функции математического ожидания, студенты могут спрогнозировать, через сколько дней от начала созревания сыра его кислотность достигнет значения  $140^\circ\text{T}$ .



**Рис. 1.** Математическое ожидание случайного процесса

На основании проведенного исследования студенты в роли инженеров-технологов делают вывод: заводу выгоднее выпускать сыр А.

Итак, поэтапно решая предложенную задачу, студенты изучают понятие «математическое ожидание случайной функции» и одновременно учатся моделировать технологический случайный процесс.

Предложенная методическая разработка учитывает будущую профессиональную деятельность выпускников технологического вуза и отвечает цели профессионального образования: овладению студентами научными знаниями и профессиональными умениями, необходимыми инженерам-технологам высшей квалификации.

#### **Литература:**

1. Зарукина Е.В. Активные методы обучения: рекомендации по разработке и применению: учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: СПбГИЭУ, 2010. 59 с.
2. Селютин В.Д., Мамадалиева Л.Н. Методика обучения студентов технологических вузов математическому моделированию случайных процессов: монография. Орел: ОГУ, 2012. 116 с.

#### **References:**

1. Zarukina E.V. Active methods of training: recommendations for the development and application: teaching aid. St. Petersburg: SPbSIEM, 2010. 59 p.
2. Selutin V.D., Mamadalieva L.N. Methods of teaching students of technological universities mathematical modeling of random processes: a monograph. Orel: OSU, 2012. 116 p.