Интернет-журнал «Мир науки» / World of Science. Pedagogy and psychology https://mir-nauki.com

2018, №1, Том 6 / 2018, No 1, Vol 6 https://mir-nauki.com/issue-1-2018.html

URL статьи: https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN118.pdf

Статья поступила в редакцию 22.01.2018; опубликована 15.03.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:
Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Теория случайных процессов» в техническом университете // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №1, https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN118.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:
Vlasova E.A., Mezhennaya N.M., Popov V.S. (2018). Methodological aspects of the discipline «Theory of stochastic processes» in a technical university. *World of Science. Pedagogy and psychology*, [online] 1(6). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/12PDMN118.pdf (in Russian)

УДК 378.14.015.62, 378.146, 378.147

Власова Елена Александровна
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=658686

Меженная Наталья Михайловна
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: Natalia.mezhennaya@gmail.com
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=160365

Попов Владимир Семенович
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: vspopov@bk.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=688780

Методические аспекты обеспечения дисциплины «Теория случайных процессов» в техническом университете

Аннотация. Обобщен опыт преподавания дисциплины «Теория случайных процессов» студентам инженерных специальностей технического университета на основе опыта преподавания в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Описаны место и назначение курса «Теория случайных процессов» в рамках инженерно-технического образования, его связь с другими курсами, в том числе курсами вероятностного цикла, сформулированы цели и задачи преподавания дисциплины. Перечислены профессиональные компетенции, которые должны быть сформированы в результате изучения дисциплины «Теория случайных процессов». Приведены примеры оценочных средств для текущего контроля (варианты рубежных контролей и домашних заданий). Описана процедура оценивания результатов обучения в рамках модульно-рейтинговой системы. Даны методические указания для выполнения обязательного домашнего задания с использованием информационных технологий – прикладных математических пакетов (Mathematica, Matlab, MathCad), приведены примеры решения задач с использованием ЭВМ. Отмечена и обоснована роль компьютерного моделирования и анализа полученных результатов при подготовке будущих инженеров. Сформулированы принципы организации самостоятельной работы студентов. Приведенные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование компьютерных технологий существенно улучшает профессиональную подготовку и адаптацию будущих инженеров в рамках их инженерной деятельности.

Ключевые слова: случайные функции; случайные процессы; вероятностные и числовые характеристики случайного процесса; марковские случайные процессы; методические проблемы преподавания; приемы обучения; оценочные средства; информационные технологии; модульно-рейтинговая система

Введение

Теория случайных процессов − это математическая наука, которая изучает закономерности случайных явлений в динамике их развития, изменяющихся во времени, пространстве или ином процессе.

Теория случайных процессов имеет многочисленные приложения в физике, информатике, химии, биологии, медицине, кибернетике, экономике, метеорологии, теории связи и других науках. Решение многих прикладных задач по обработке и защите информации, распознаванию образов, автоматизации технологических процессов базируется на использовании аппарата теории случайных процессов. Успешное овладение методами и моделями теории случайных процессов важно для будущих инженеров, которые в своей практической деятельности будут сталкиваются с задачами, связанными с воздействием случайных процессов на различные технические устройства в ходе их функционирования.

Рассмотрим методические аспекты обеспечения дисциплины «Теория случайных процессов», учитывая опыт ее изложения в МГТУ им. Н.Э. Баумана [1-4]. Работа является третьей частью цикла статей авторов, посвященных изложению вероятностных дисциплин в технических университетах [5, 6].

Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Теория случайных процессов» входит в вариативную часть математического и естественнонаучного цикла учебного плана студентов технического университета. Продолжительность изучения этой дисциплины варьируется в зависимости от получаемой студентами специализации. Трудоёмкость дисциплины – 2 зачётные единицы. На аудиторную работу отводится около 50 процентов времени, остальное – для самостоятельной работы. Обязательным условием изучения дисциплины является знакомство студентов с курсами «Теория вероятностей» и «Математическая статистика». При решении практических задач важен синтез знаний из всех трех дисциплин.

В учебном плане большинства специальностей дисциплина «Теория случайных процессов» состоит из 2 модулей одинаковой трудоемкости: «Вероятностные и числовые характеристики случайного процесса», «Марковские случайные процессы». В состав каждого модуля входит самостоятельная работа студентов, которая предусматривает выполнение домашнего задания, возможно с использованием компьютера, и рубежный контроль. Оценка результатов освоения каждого модуля и дисциплины в целом проводится на основе модульно-рейтинговой системы [7, 8].

Основными целями изучения дисциплины являются приобретение теоретических знаний теории случайных процессов и практических навыков по применению ее методов для изучения и моделирования случайных явлений в динамике их развития. Основная задача состоит в том, чтобы научить студентов правильно выбирать вероятностную модель явления и проводить необходимые эксперименты.

Главные задачи освоения дисциплины состоят в том, чтобы ознакомить студентов с вероятностными характеристиками случайного процесса (конечномерные функция и плотность распределения и их свойства), связанными с ними числовыми характеристиками, основными типами случайных процессов (с независимыми и некоррелированными приращениями, стационарные в узком и широком смысле, марковские, нормальные и др.).

Для успешного освоения дисциплины «Теория случайных процессов» требуется интеграция знаний, полученных при изучении дисциплин математического цикла: математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, интегральных преобразований, уравнений математической физики, теории вероятностей, математической статистики.

Результаты освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины у обучающихся на основе полученных знаний, приобретенных умений и навыков должны быть сформированы профессиональные компетенции. Студент должен:

- владеть терминологией основных разделов дисциплины: семейство конечномерных функций распределения, одномерная и многомерная плотность распределения, математическое ожидание, ковариационная функция, корреляционная функция, ковариационная матрица, основные типы случайных процессов и связь между ними, спектральная плотность, линейная динамическая система, марковский случайных процесс и способы его описания (матрица переходных вероятностей, распределение вероятностей, стационарное распределение), плотность вероятности перехода;
- иметь представление о сущности и прикладном характере основных понятий и теорем дисциплины, таких, как вероятностные (конечномерная функция распределения и плотность распределения) и числовые характеристики (ковариационная функция, корреляционная функция, ковариационная матрица), винеровский и пуассоновский случайный процессы, нормальные случайные процессы, стационарные в узком и широком смысле процессы, преобразование случайного процесса при прохождении через линейную динамическую систему, марковский случайный процесс с дискретным и непрерывным временем;
- знать основные вероятностные модели, используемые при практических исследованиях явлений, зависящих от времени, а также способы их построения и верификации;
- приложения случайных процессов – элементы оптимальной фильтрации стационарных процессов, линейных стохастических систем, теории массового обслуживания;
- использовать основные пакеты прикладных математических программ для аналитических расчетов и статистического моделирования (Maple, Mathematica,

MATLAB, MATHCad, SPSS, Statistica, SAS и др.), для сбора, обработки и анализа данных, получаемых при практических исследованиях;

- владеть методиками выполнения типовых заданий по дисциплине, таких, как вычисление законов распределения и числовых характеристик, вычисление спектральной плотности, нахождение стационарного распределения;
- быть готовым к применению полученных теоретических и практических навыков для поиска и решения задач в других дисциплинах и исследовательской работе.

Особенности организации учебного процесса

Программа курса «Теория случайных процессов», разработанная авторами, предусматривает в каждом из двух модулей проведение двух контрольных мероприятий в форме домашнего задания и рубежного контроля.

Приведем примеры заданий для проведения рубежного контроля и выполнения домашнего задания в первом и втором модулях. Рубежный контроль состоит из трех задач, первая из которых – теоретический вопрос. Для успешного прохождения рубежного контроля достаточно ответить на теоретический вопрос и решить одну из предложенных задач. Выполнение домашнего задание предполагает использование информационных технологий [9-13], включающих символьные вычисления и численное моделирование. Решение этих задач иллюстрируют задачи теории случайных процессов реальными расчетами и способствует появлению навыков построения математических моделей случайных явлений, возникающих в инженерной практике. Значительная часть работы на компьютере выполняется студентами самостоятельно. Поэтому студентам предоставляются подробные схемы, методические указания [4] и электронные ресурсы [14], содержащие указания и примеры решения вероятностных задач с использованием программных пакетов, таких как Maple, Mathematica, MATLAB, MATHCad и др. [14-16].

Задания рубежного контроля по модулю 1

Вероятностные и числовые характеристики случайного процесса

Вариант 1

1. Интегрируемость случайного процесса в смысле среднего квадратичного. Интеграл с переменным верхним пределом. Необходимое и достаточное условие интегрируемости в среднем квадратичном.

2. Случайный процесс ξ_t задан в виде $\xi_t = A\cos(\omega t + \varphi)$, где A и φ – независимые случайные величины, $f_A(x) = \dfrac{x}{a^2}\mathrm{e}^{-x^2/2a^2}, x \geq 0$, $f_\varphi(x) = \dfrac{1}{2\pi}, x \in [0, 2\pi]$. Найти закон распределения, математическое ожидание и ковариационную функцию процесса ξ_t.

3. На вход динамической системы, описываемой уравнением $\dot{Y}_t + Y_t = X_t$ поступает случайный процесс X_t с нулевым математическим ожиданием и ковариационной функцией $K_X(t) = e^{-|t|}$. Найти математическое ожидание и дисперсию процесса Y_t на выходе системы.

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Вариант 2

1. Действие линейного оператора на случайный процесс. Линейное динамическое звено.

2. Пусть w_t – стандартный винеровский случайный процесс. Найти вероятность того, что $-2 < w_2 < 3$. Чему равна эта вероятность, если известно, что $w_1 = 1$?

3. Определить дисперсию Y_t, если $Y_t = \int_0^t X_s ds$, а X_t – стационарный случайный процесс с ковариационной функцией $K_X(\tau) = e^{-\alpha|\tau|}(1+\alpha|\tau|)$.

Задания рубежного контроля по модулю 2

Марковские случайные процессы

Вариант 1

1. Марковские процессы с дискретными состояниями и непрерывным временем. Плотность вероятности перехода. Уравнения Колмогорова-Чепмена для вероятностей состояний.

2. Частица неограниченно движется по оси Ох. На каждом шаге она сдвигается на единицу вправо с вероятностью p, влево – с вероятностью $1-p$, $p \in (0,1)$. Пусть ξ_t – положение частицы в момент t. Найти распределение вероятностей процесса ξ_t на первом и втором шаге, если в начальный момент времени частица находилась в одном из состояний $-N,\ldots,N$ с равными вероятностями.

3. Висмут-212 распадается с интенсивностью 7 (в час), превращаясь с вероятностью 64 % в стабильный свинец-208 и с вероятностью 36 % в таллий-208. Таллий-208 распадается с интенсивностью 14 (в час), превращаясь также в свинец-208. Записать систему дифференциальных уравнений для вероятностей переходов. Найти вероятности состояний в момент t, считая, что при $t = 0$ имелся атом висмута-212.

Вариант 2

1. Постановка задачи теории массового обслуживания. Примеры систем и их характеристик.

2. Пусть π_t – пуассоновский процесс с интенсивностью 2. Найти вероятность того, что при $t \in [3,5]$ значение процесса $3 \le \pi_t \le 5$.

3. Система обслуживания представляет собой автоматическую телефонную станцию, которая может обеспечить не более 3 разговоров одновременно. Заявка-вызов, поступившая в систему в момент, когда все каналы заняты, покидает систему. В среднем на станцию поступает 2 вызова в минуту, а средняя продолжительность одного разговора равна 1 минуте. Написать систему уравнений Колмогорова для вероятностей состояний в момент времени *t*. Для стационарного режима функционирования определить: а) вероятности состояний системы; б) вероятность отказа; в) среднее число занятых каналов; г) среднее число заявок, которые система сможет обслужить в единицу времени.

Вариант домашнего задания по модулю 1

Вероятностные и числовые характеристики случайного процесса

Пусть $\xi_t = \cos(\omega t + \phi)$, где $\omega > 0$ – неслучайная частота, а ϕ – случайная фаза, распределенная равномерно в интервале $(0, 2\pi)$.

а) Найти одномерную плотность распределения, построить ее график.

б) Найти математическое ожидание, дисперсию, ковариационную и корреляционную функции.

в) Найти взаимную ковариационную функцию ξ_t и его производной.

г) Процесс ξ_t поступает на вход дифференцирующей RC-цепочки. Найти числовые характеристики случайного процесса на выходе.

Решение

а) Найдем его одномерную плотность распределения. Начнем с одномерной функции распределения: при $|x|<1$

$$F_t^{\xi}(x) = \mathbf{P}\{\xi_t < x\} = \mathbf{P}\{\cos(\omega t + \phi) < x\} =$$
$$= 1 - \mathbf{P}\{-\arccos x - \omega t < \phi < \arccos x - \omega t\} =$$
$$= 1 - F_{\phi}(\arccos x - \omega t) + F_{\phi}(-\arccos x - \omega t)$$

(здесь все неравенства понимаются по модулю 2π). Тогда при $|x|<1$

$$f_t^{\xi}(x) = \frac{d}{dx} F_t^{\xi}(x) = \frac{2}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}.$$

Построим график плотности (рис. 1, 2) в Wolfram Mathematica [6].

```
(*****************************************************)
 f[x_]:=1/(π Sqrt[1-x^2]);
 Plot[f[x],{x,-1,1},PlotTheme->"Monochrome"]
(*****************************************************)
```

Рисунок 1. *Скрипт для построения графика плотности* $f_t^{\xi}(x)$

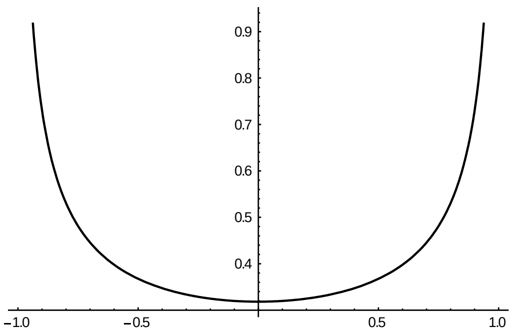

Рисунок 2. *График плотности* $f_t^{\xi}(x)$

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

б) Математическое ожидание можно найти исходя из вида одномерной плотности, но можно также воспользоваться определением случайного процесса ξ_t:

$$m_{\xi}(t) = \mathbf{E}\xi_t = \mathbf{E}\cos(\omega t + \phi) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\cos(\omega t + x)dx = 0$$

(среднее значение косинуса за целое число периодов равно 0).

Ковариационная функция

$$K_{\xi}(t_1,t_2) = \operatorname{cov}\left(\xi_{t_1}(\omega),\xi_{t_2}(\omega)\right) = \mathbf{E}\left(\xi_{t_1} - \mathbf{E}\xi_{t_1}\right)\left(\xi_{t_2} - \mathbf{E}\xi_{t_2}\right) = \mathbf{E}\xi_{t_1}\xi_{t_2} =$$
$$= \mathbf{E}\cos(\omega t_1 + \phi)\cos(\omega t_2 + \phi) = \frac{1}{2}\mathbf{E}\left(\cos(\omega t_1 - \omega t_2) + \cos(\omega t_1 + \omega t_2 + 2\phi)\right) = \quad (1)$$
$$= \frac{1}{2}\cos\omega(t_1 - t_2) = \frac{1}{2}\cos\omega\tau.$$

(в предпоследней формуле математическое ожидание второго слагаемого равно нулю, так как интеграл от косинуса берется по двум целым периодам). Последний интеграл можно не расписывать, а вычислить в Wolfram Mathematica [6] (рис. 3).

```
(*******************************************************)
 ξ[t_]:=Cos[ω t+x];
 M=Integrate[ξ[t]/(2π),{x,0,2π}]
 Kξ[τ_]:=Integrate[ξ[t1] ξ[t2]/( 2π]),{x,0,2π}]/. t1−t2→τ
(*******************************************************)
 M=0
 Kξ[τ]=Cos[ωτ]/2
(*******************************************************)
```

Рисунок 3. *Скрипт вычисления математического ожидания и ковариационной функции*

Подставив в соотношение (1) $t_1 = t_2 = t$, или $\tau = 0$, найдем дисперсию процесса ξ_t: $\sigma_{\xi}^2 = \mathbf{D}\xi_t = 1/2$. Как видно из полученных формул, случайный процесс ξ_t стационарен в широком смысле. Корреляционная функция ξ_t равна

$$R_{\xi}(\tau) = \frac{1}{\sigma_{\xi}^2}K_{\xi}(\tau) = \cos\omega\tau.$$

Построим график ковариационной функции при различных значениях ω (рис. 4).

```
(************************************************************)
 Plot[{Kξ[τ]/.ω->1, Kξ[τ]/.ω->3},{τ,-2π,2π},PlotTheme->"Monochrome",
 PlotLegends->{"ω=1","ω=3"}]
(************************************************************)
```

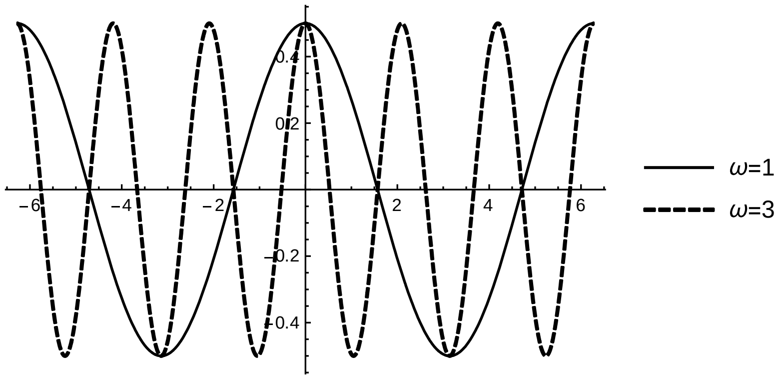

Рисунок 4. *Графики ковариационной функции при ω = 1, 3*

в) Так как математическое ожидание и ковариационная функция бесконечно гладкие, то процесс ξ_t дифференцируем в среднем квадратичном и

$$m_{\dot\xi}(t)=\frac{d}{dt}m_{\xi}(t)=0,\quad K_{\xi\dot\xi}(\tau)=-\frac{d}{d\tau}K_{\xi}(\tau)=\frac{1}{2}\omega\sin\omega\tau.$$

Аналогичный результат получим и в Mathematica.

```
(*********************************************************)
K12=-D[Kξ[τ],τ]
ωSin[ωτ]/2
(*********************************************************)
```

Рисунок 5. *Скрипт вычисления взаимной ковариационной функции*

г) Дифференцирующая RC-цепочка представлена на рисунке 6.

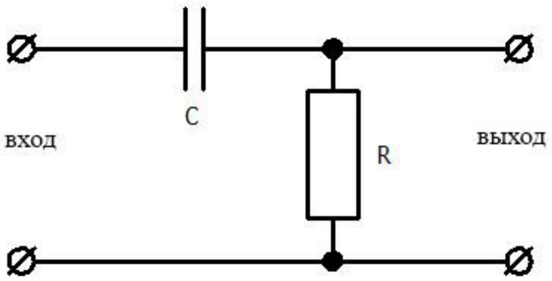

Рисунок 6. *Схема дифференцирующей RC-цепочки*

Резистор и конденсатор соединены последовательно. Пусть U_R – напряжение на выходах резистора. Напряжение U_C и сила тока I_C на конденсаторе связаны соотношением $I_C=C\dfrac{dU_C}{dt}$. Напряжение на выходе U_{out} пропорционально скорости изменения напряжения на конденсаторе $U_{out}=I_C R=RC\dfrac{dU_C}{dt}$. Согласно правилам Кирхгофа $U_C=U_{in}-U_{out}$. Поэтому

$$U_{out}=RC\frac{d(U_{in}-U_{out})}{dt}=RC\left(\frac{dU_{in}}{dt}-\frac{dU_{out}}{dt}\right).$$

12PDMN118
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

В результате приходим к уравнению

$$U_{out} + RC\frac{dU_{out}}{dt} = RC\frac{dU_{in}}{dt}.$$

Тогда связь случайных процессов ξ_t и η_t описывается линейной динамической системой вида $\eta_t + a\dot{\eta}_t = a\dot{\xi}_t,\ a = RC$

$$m_\eta = 0,\ s_\eta(\lambda) = \left|\frac{ai\lambda}{1+ai\lambda}\right|^2 s_\xi(\omega) = \frac{a^2\lambda^2}{1+a^2\lambda^2}s_\xi(\lambda). \qquad (2)$$

Найдем спектральную плотность ξ_t. Согласно определению,

$$s_\xi(\lambda) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\tau\lambda}K_\xi(\tau)d\tau = \frac{1}{4\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\tau\lambda}\cos\omega\tau d\tau = \frac{1}{8\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-i\tau\lambda}(e^{i\omega\tau} + e^{-i\omega\tau})d\tau.$$

Воспользовавшись интегральным представлением для дельта-функции $\delta(x) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{itx}dt$, получим ответ

$$s_\xi(\lambda) = \frac{1}{4}\big(\delta(\lambda-\omega) + \delta(\lambda+\omega)\big).$$

Теперь подставим найденную спектральную плотность $s_\xi(\lambda)$ в соотношение (2) и найдем ковариационную функцию процесса η_t:

$$s_\eta(\omega) = \frac{a^2\lambda^2}{1+a^2\lambda^2}\frac{1}{4}\big(\delta(\lambda-\omega) + \delta(\lambda+\omega)\big),$$

$$K_\eta(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\tau\lambda}s_\eta(\lambda)d\lambda = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\tau\lambda}\frac{a^2\lambda^2}{1+a^2\lambda^2}\frac{1}{4}\big(\delta(\lambda-\omega) + \delta(\lambda+\omega)\big)d\lambda =$$

$$= \frac{1}{4}\left(e^{i\tau\lambda}\frac{a^2\lambda^2}{1+a^2\lambda^2}\bigg|_{\lambda=\omega} + e^{i\tau\lambda}\frac{a^2\lambda^2}{1+a^2\lambda^2}\bigg|_{\lambda=-\omega}\right) = \frac{a^2\omega^2}{1+a^2\omega^2}\frac{1}{4}\left(e^{i\tau\omega} + e^{-i\tau\omega}\right) = \frac{a^2\omega^2}{2(1+a^2\omega^2)}\cos\omega\tau.$$

Аналогичные вычисления в Mathematica приведены ниже.

В Mathematica есть встроенная функция FourierTransform ([14-16]) для вычисления преобразования Фурье. Ее желательно использовать в случае, если прямое или обратное преобразование включают обобщенные функции. Но при этом надо учесть, что в Mathematica нормирующие константы в прямом и обратном преобразовании Фурье одинаковы, поэтому будем использовать дополнительный нормирующий множитель $\sqrt{2\pi}$. Можно этого и не делать, ответ для ковариационной функции от этого не изменится, но спектральные плотности

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

будут выглядеть по-другому. Решение в Mathematica будет иметь вид, представленный на рисунке 7.

```
(********************************************************)
 sξ=FourierTransform[Kξ[τ]/Sqrt[2π],τ,λ]
 sη=(a^2 λ^2)/(1+a^2 λ^2) sξ;
 Kη=FullSimplify[FourierTransform[sη Sqrt[2π],λ,τ]]
(********************************************************)
 sξ=1/4 DiracDelta[λ-ω]+1/4 DiracDelta[λ+ω]
 Kη= (a^2 ω^2 Cos[τω])/(2+2 a^2 ω^2)
(********************************************************)
```

Рисунок 7. *Скрипт вычисления ковариационной функции процесса* η_t

Как видно, решение домашнего задания можно полностью провести на компьютере. Особенно актуальным это представляется для студентов старших курсов и магистрантов инженерных специальностей, для которых основная цель обучения состоит в том, чтобы научиться использовать прикладные методы теории случайных функций, а сопутствующие вычисления проводить максимально просто.

Вариант домашнего задания по модулю 2

Марковские случайные процессы

Устройство, состоящее из 2 одновременно работающих и 3 запасных элементов, обслуживают 2 рабочих. В среднем в час ломается 3 элемента. При поломке работающего элемента он заменяется на запасной, если он есть, и производится ремонт сломавшегося элемента, а поломанные элементы ремонтируются, если хотя бы один рабочий свободен или становятся в очередь на ремонт. Интенсивность ремонта для каждого рабочего равна 2 прибора/час. Устройство отказывает, если число исправных элементов меньше 2, при этом ремонт поломанных элементов продолжается с прежней интенсивностью.

а) Построить граф состояний устройства. Записать систему дифференциальных уравнений для вероятностей состояний.

б) Для стационарного режима найти распределение вероятностей, среднее число неисправных элементов, среднее число занятых рабочих.

в) Сколько нужно запасных элементов, чтобы в стационарном режиме вероятность простоя устройства была не более 0,05?

Рейтинг

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать по дисциплине, составляет 100 баллов. На каждый из двух модулей приходится по 50 баллов соответственно.

Программа учебной дисциплины не предусматривает итоговую аттестацию в виде экзамена, а итоговая оценка складывается из баллов, набранных студентами в каждом модуле.

Баллы, полученные за каждый модуль, считаются как сумма баллов, набранных студентом за домашнее задание, рубежный контроль при успешном выполнении обоих контрольных мероприятий и премиальных баллов за активную работу на семинарских и практических занятиях.

12PDMN118
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Рубежный контроль проводится в два этапа: сначала в письменной форме по билетам, утвержденным на заседании кафедры, затем в виде беседы с преподавателем. Все контрольные мероприятия проводятся во всех группах в одни и те же сроки по единым комплектам заданий и оцениваются по единой системе.

Заключение

Изучение дисциплины «Теория случайных процессов» имеет большое значение для подготовки высококвалифицированных специалистов по многим техническим и экономическим специальностям, а также в области информатики, информационной безопасности и управления. Освоение дисциплины способствует развитию у студента профессиональных компетенций, готовит к творческой и инновационной деятельности в выбранной специальности.

В условиях недостаточного выделения часов на аудиторную работу важно правильно организовать самостоятельную работу студента. Современный исследователь должен освоить программное обеспечение прикладной статистики, уметь ставить задачи, определять методы их решения, интерпретировать полученные результаты. Самостоятельная работа обязательно должна включать использование математических пакетов для решения различных практических задач теории случайных процессов и ее приложений. Все это должно учитываться при формировании фонда оценочных средств дисциплины. В работе авторы представили конкретные примеры реализации обозначенных положений, неоднократно апробированных в учебном процессе.

Приведенные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование компьютерных технологий существенно улучшает профессиональную подготовку и адаптацию будущих инженеров в рамках их инженерной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Случайные процессы: учебник для втузов / Волков И.К., Зуев С.М., Цветкова Г.М.; ред. Зарубин В.С., Крищенко А.П. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 447 с. – (Математика в техническом университете, вып. XVIII).
2. Меженная Н.М. Основы теории вероятностей и математической статистики: курс лекций. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 108 с. Режим доступа: url: http://ebooks.bmstu.ru/catalog/241/book1530.html (дата обращения: 06.07.2017).
3. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. М.: Юрайт, 2014. – 495 с.
4. Сидняев Н.И., Мельникова Ю.С. Оценки статистических параметров распределений. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. URL: http://wwwcdl.bmstu.ru/fn1/OcenkiSPR.html (дата обращения: 27.04.2015).
5. Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Теория вероятностей» в техническом университете // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 11. С. 96-103.
6. Власова Е.А., Меженная Н.М., Попов В.С., Пугачев О.В. Использование математических пакетов в рамках методического обеспечения вероятностных дисциплин в техническом университете // Вестник Моск. гос. областного универс. – Серия «Физика-математика». 2017, № 4. С. 114-128.

7. Власова Е.А., Грибов А.Ф., Попов В.С., Латышев А.В. Принципы модульно-рейтинговой системы преподавания высшей математики // Вестник Моск. гос. областного универс. – Серия «Физика-математика». 2013, №3. С. 93-99.
8. Власова Е.А., Попов В.С., Латышев А.В. Методические аспекты обеспечения дисциплины «Линейная алгебра» в техническом университете // Вестник Моск. гос. областного универс. – Серия «Физика-математика». 2015, №3. С. 69-85.
9. Ахметова Ф.Х., Ласковая Т.А., Чигирева О.Ю. Методика обработки результатов эксперимента с помощью системы Matlab в курсе «Математическая статистика» // Инженерный вестник. 2016, т. 4. С. 3.
10. Будовская Л.М., Тимонин В.И. Использование компьютерных технологий в преподавании математики / Л.М. Будовская, В.И. Тимонин // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 5 (17). С. 4.
11. Гефан Г.Д., Кузьмин О.В. Активное применение компьютерных технологий в преподавании вероятностно-статистических дисциплин в техническом вузе // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2014, №1 (27). С. 57-61.
12. Нуриахметов Р.Р. Перспективные подходы к преподаванию статистики студентам нематематических специальностей // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета, 2012, №.3. С. 57-64.
13. Сергеева И.А. Опыт создания и внедрение учебно-методического депозитария по начертательной геометрии и инженерной графике // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2014, №.2. С. 93-102.
14. Wolfram Language & System. Documentation center. [Электронный ресурс]. URL: http://reference.wolfram.com/language/?source=nav (дата обращения: 04.07.2017).
15. Новые информационные технологии / И.В. Абраменкова, А.А. Пеньков, Е.В. Петрова, А.А. Черничин; под ред. В.П. Дьяконова – М.: Солон-Пресс, 2005. – 640 с.
16. Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6.0. Программирование и математические вычисления / В.П. Дьяконов. – М.: ДКМ-Пресс, 2012. 576 с.

Vlasova Elena Aleksandrovna
Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia
E-mail: elena.a.vlasova@yandex.ru

Mezhennaya Natalia Mikhailovna
Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia
E-mail: Natalia.mezhennaya@gmail.com

Popov Vladimir Semenovich
Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia
E-mail: vspopov@bk.ru

Methodological aspects of the discipline «Theory of stochastic processes» in a technical university

Abstract. We summarize the experience of teaching the discipline "Theory of stochastic processes" to students of engineering specialties of the technical university on the basis of our experience of teaching at the Bauman Moscow State Technical University. We describe the place and purpose of the course "Theory of stochastic processes" within the framework of engineering and technical education, its connection with other courses, including courses of a probabilistic cycle, formulate the goals and tasks of teaching discipline are formulated. The professional competences which should be formed as a result of studying the discipline "Theory of random processes" are listed. We give the examples of evaluation tools for current assessment and monitoring (variants of boundary controls and homework assignments). The procedure for evaluating students' teaching results within a modular-rating system is described. Also we consider methodical instructions for compulsory homework assignment using information technologies – applied mathematical packages (Mathematica, Matlab, MathCad) and exemplify the solutions of formulated problems using computers. The role of computer modeling and analysis of the results obtained in teaching of future engineers has been noted and justified. The principles of organization of independent work of students are formulated. The received results allow to draw a conclusion that use of computer technologies essentially improves professional training and adaptation of the future engineers within the framework of their engineering activity.

Keywords: random function; stochastic processes; probabilistic and numerical characteristics of a stochastic process; Markov stochastic processes; methodological problems of teaching; teaching techniques; assessment tools; information technology; modular-rating system