**Программа утверждена на заседании кафедры теории вероятностей**

**Протокол № 6 от 18 января 2015 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Код и наименование дисциплины (модуля): СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ

2. Уровень высшего образования – специалитет.

3. Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика. Специализация:Фундаментальная математика.

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП. Является специальной дисциплиной (спецкурсом) для студентов 4-6 годов обучения, специализирующихся в данной научной области или смежной научной области, спецкурсом **по выбору студента**.

Освоение дисциплины необходимо для последующего изучения дисциплин образовательной программы: курсовая работа, научно-исследовательская практика, преддипломная практика, выпускная квалификационная работа.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 5зачетных единицы, всего 180 часов, из которых 70 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (62 часа занятия лекционного типа, 8 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации),110 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен

1. освоить следующие дисциплины образовательной программы: математический анализ, линейную алгебру, теорию вероятностей, актуарная математика
2. обладать следующими компетенциями:

Знать: основные направления, проблемы, теории и методы современной математики.

Уметь: решать стандартные задачи математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей, актуарной математики и применять идеи, использованные в их решениях, для решения аналогичных задач.

Владеть: основными понятиями и теоремами из этих разделов математики.

8. Формат обучения.

Очнаяформа обучения, лекционные занятия.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам\* (Перечень тем см. Приложения).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),**  **форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего**  **(часы**) | В том числе | | | | | | | | |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы**  из них | | | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, часы**  из них | | |
| Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | **Всего** | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератовит.п.. | **Всего** |
| Тема 1 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 2 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 3 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 4 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 5 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 6 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 7 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 8 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 9 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 10 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 11 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 12 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 13 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 14 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 15 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 16 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 17 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 18 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 19 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 20 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 21 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 22 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 23 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 24 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Текущий контроль успеваемости | 10 |  |  |  |  | 2 | 2 | 8 |  | 8 |
| Тема 25 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 26 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 27 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 28 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 29 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 30 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 31 | 4 | 2 |  |  |  |  | 2 | 2 |  | 2 |
| Тема 32 | 2 |  |  |  |  |  | 0 | 2 |  | 2 |
| Промежуточная аттестация  *экзамен*  ***зачет*** | 24 |  |  |  |  | 2 | 2 | 22 |  | 22 |
| **Итого** | 180 | 62 |  |  |  | 8 | 70 | 110 |  | 110 |

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю):

Конспекты лекций, списки задач к лекциям, основная и дополнительная учебная литература.

11. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).

* Перечень компетенций:
* Описание шкал оценивания*:*

*экзамен с оценкой по пятибалльной шкале*

***зачет («зачтено» или «незачтено»)***

* Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.
* Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.См. Приложения.

12. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной учебной литературы: см. Приложение

Перечень дополнительной учебной литературы: см. Приложения

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: см. Приложения.

Описание материально-технической базы: аудитории для проведения лекционных занятий.

13. Язык преподавания: русский (при необходимости – английский).

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИКЕ. Страхование жизни
2. Преподаватель – проф. Г.И.Фалин
3. Аннотация курса: Первая половина курса посвящена общему введению в бизнес страхования жизни (экономика, маркетинг, разработка продуктов, андеррайтинг, перестрахование). Вторая половина курса посвящена усложненным актуарным моделям в страховании жизни и методам их расчёта.
4. Тематическое содержание курса

|  |  |
| --- | --- |
| Тема 1 | Экономика страхования жизни: история страхования жизни, терминология, социальное и частное страхование, индивидуальное и коммерческое (включая групповое) страхование, связь с общим страхованием. |
| Тема 2 | Страхование жизни в мире, роль страхования жизни в экономическом развитии, виды рынков страхования и их характеристики, влияние демографии, политические и юридические аспекты, спрос на страхование жизни. |
| Тема 3 | Общая характеристика страхования жизни: способы покрытия финансовых потерь в результате смерти (родственники, личные накопительные программы, работодатели, государство, страхование); страхование жизни как финансовый инструмент; типы договоров, предлагаемых страховщиками, в зависмости от покрываемых рисков; страхование медицинских расходов, инвалидности, длительного лечения. |
| Тема 4 | Основные требования к покрываемым рискам (независимость, однородность, большой размер портфеля, случайность потерь, возможность оценки размера выплаты, приемлемые премии); основные факторы, учитываемые при расчёте стоимости покрытия (смертность, заболеваемость, процентные ставки, расходы, налоги, доход страховщика, защита от случайных флуктуаций, разрывы). |
| Тема 5 | Основные виды договоров страхования жизни и их характеристики: временное страхование жизни (его природа, ключевые особенности, типы в зависимости от страховой суммы и способа уплаты премий), групповое страхование (требования к застрахованным, участие работодателя, страховые суммы, длительность покрытия). |
| Тема 6 | Пожизненное страхование (природа, ключевые особенности, варианты участия в прибыли от инвестиций и/или смертности, типы), совместное страхование нескольких жизней, накопительное страхование. |
| Тема 7 | Универсальное страхование жизни (причины появления, природа, схема функционирования, гарантированные и негарантированные элементы, использование, его варианты). |
| Тема 8 | Структура договора страхования жизни: основные условия и оговорки, дополнительные права страхователя (право возврата полиса, льготный период для уплаты премий, восстановление действия договора после его разрыва, бесспорность договора), дополнительные права страховщика, дополнительные покрытия. |
| Тема 9 | Перестрахование жизни. Необходимость перестрахования, отличие от перестрахования не-жизни. Удержание, сумма под риском. |
| Тема 10 | Методы перестрахования жизни (различные виды пропорционального и непропорционального перестрахования), облигаторные и факультативные договоры – сфера применения, достоинства и недостатки. Перестрахование риска катастроф для особых групп (туристы, летчики, шахтеры, и т.п.). |
| Тема 11 | Стоимость перестрахования, участие в доходах, выбор перестраховочной компании, управление перестрахованием, особые услуги, оказываемые перестраховщиком. Влияние перестрахования на финансовые результаты прямого страховщика. |
| Тема 12 | Маркетинг в страховании жизни. Сегментация рынка (географическая, демографическая, по поведенческому принципц и т.д.). Конкуренция. |
| Тема 13 | Этапы разработки продуктов страхования жизни, их жизненные циклы. Каналы сбыта. Компенсации агентам. Реклама. |
| Тема 14 | Андеррайтинг в страховании жизни, его необходимость. Сравнение группового и индивидуального страхования. Сравнение социального и добровольного страхования. Справедливые цены и субсидирование. Важность информации. Проблемы антиселекции. Роль конкуренции. |
| Тема 15 | Основные факторы риска, анализируемые при андеррайтинге. Финансовый андеррайтинг. Источники информации. Методы классификации риска. Классификация нестандартных рисков. Андеррайтинг при восстановлении и замене полиса. |
| Тема 16 | Актуарные основы страхования жизни. Таблицы смертности, их типы. Сглаживание. Принцип эквивалентности обязательств. Нетто-премия, полная премия. Резервы в страховании жизни. |
| Тема 17 | Актуарные функции для нескольких лиц. Понятие статуса. Совместное распределение продолжительностей предстоящей жизни. Статус дожития всех лиц из группы. Статус дожития последнего лица в группе. |
| Тема 18 | Модели зависимых продолжительностей жизни (модель с возмущением, копулы). |
| Тема 19 | Договоры страхования и ренты для произвольного статуса. Частные случаи. |
| Тема 20 | Специальные ренты для двух лиц. Реверсивные ренты. |
| Тема 21 | Вычисления для аналитических законов смертности и различных видов аппроксимации для дробных возрастов. |
| Тема 22 | Актуарные функции, в которых учитывается очередность наступления смерти. |
| Тема 23 | Модели выбытия по нескольким причинам. Основные характеристики пары : , , , , . Соотношения между ними. |
| Тема 24 | Модель конкурирующих рисков. |
| Тема 25 | Таблицы дожития и смертности для модели выбытия по нескольким причинам. Сопутствующие таблицы выбытия по единственной причине. |
| Тема 26 | Построение таблиц выбытия по нескольким причинам с помощью таблиц выбытия по единственной причине. Предположения для дробных возрастов. |
| Тема 27 | Оценка параметров в модели выбытия по нескольким причинам: метод Каплана-Мейера, метод Нельсона-Аарена, метод максимума правдоподобия, кусочно-экспоненциальная модель. |
| Тема 28 | Нетто-премии для договоров, в которых размер выплаты зависит от причины выбытия. |
| Тема 29 | Нетто-резервы для договоров, в которых размер выплаты зависит от причины выбытия. Выкупные суммы, которые можно не учитывать при определении премий и резервов. |
| Тема 30 | Расчеты в пенсионных системах: демографические предположения, прогнозирование будущих выплат и взносов. |
| Тема 31 | Схемы с установленными выплатами, схемы с установленными взносами. |
| Тема 32 | Выплаты на случай потери трудоспособности по индивидуальным договорам. Освобождение от уплаты премий. Нетто-премии и резервы. |

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций.

Вопросы к экзамену:

1. История страхования жизни.

2. Социальное и частное страхование жизни.

3. Индивидуальное и коммерческое (включая групповое) страхование жизни.

4. Связь страхования жизни с общим страхованием.

5. Страхование жизни в мире, роль страхования жизни в экономическом развитии, виды рынков страхования и их характеристики.

6. Влияние демографии на страхование жизни, политические и юридические аспекты, спрос на страхование жизни.

7. Общая характеристика страхования жизни: способы покрытия финансовых потерь в результате смерти (родственники, личные накопительные программы, работодатели, государство, страхование).

8. Страхование жизни как финансовый инструмент; типы договоров, предлагаемых страховщиками, в зависмости от покрываемых рисков.

9. Страхование медицинских расходов, инвалидности, длительного лечения.

10. Основные требования к покрываемым рискам (независимость, однородность, большой размер портфеля, случайность потерь, возможность оценки размера выплаты, приемлемые премии).

11. Основные факторы, учитываемые при расчёте стоимости покрытия (смертность, заболеваемость, процентные ставки, расходы, налоги, доход страховщика, защита от случайных флуктуаций, разрывы).

12. Временное страхование жизни (его природа, ключевые особенности, типы в зависимости от страховой суммы и способа уплаты премий).

13. Групповое страхование (требования к застрахованным, участие работодателя, страховые суммы, длительность покрытия).

14. Пожизненное страхование (природа, ключевые особенности, варианты участия в прибыли от инвестиций и/или смертности, типы), совместное страхование нескольких жизней, накопительное страхование.

15. Универсальное страхование жизни (причины появления, природа, схема функционирования, гарантированные и негарантированные элементы, использование, его варианты).

16. Структура договора страхования жизни: основные условия и оговорки.

17. Дополнительные права страхователя (право возврата полиса, льготный период для уплаты премий, восстановление действия договора после его разрыва, бесспорность договора)

18. Дополнительные права страховщика, дополнительные покрытия.

19. Перестрахование жизни. Необходимость перестрахования, отличие от перестрахования не-жизни. Удержание, сумма под риском.

20. Методы перестрахования жизни (различные виды пропорционального и непропорционального перестрахования), облигаторные и факультативные договоры – сфера применения, достоинства и недостатки.

21. Перестрахование риска катастроф для особых групп (туристы, летчики, шахтеры, и т.п.).

22. Стоимость перестрахования, участие в доходах, выбор перестраховочной компании.

23. Управление перестрахованием, особые услуги, оказываемые перестраховщиком.

24. Влияние перестрахования на финансовые результаты прямого страховщика.

25. Маркетинг в страховании жизни. Сегментация рынка (географическая, демографическая, по поведенческому принципц и т.д.).

26. Роль конкуренции в страховании жизни..

27. Этапы разработки продуктов страхования жизни, их жизненные циклы.

28. Каналы сбыта. Компенсации агентам. Реклама.

29. Андеррайтинг в страховании жизни, его необходимость. Сравнение группового и индивидуального страхования. Сравнение социального и добровольного страхования.

30. Справедливые цены и субсидирование. Важность информации. Проблемы антиселекции. Роль конкуренции.

31. Основные факторы риска, анализируемые при андеррайтинге. Источники информации.

32. Финансовый андеррайтинг.

33. Методы классификации риска. Классификация нестандартных рисков. Андеррайтинг при восстановлении и замене полиса.

34. Актуарные основы страхования жизни. Таблицы смертности, их типы. Сглаживание.

35. Принцип эквивалентности обязательств. Нетто-премия, полная премия.

36. Резервы в страховании жизни.

37. Актуарные функции для нескольких лиц. Понятие статуса. Совместное распределение продолжительностей предстоящей жизни. 38. Статус дожития всех лиц из группы.

39. Статус дожития последнего лица в группе.

40. Модели зависимых продолжительностей жизни – модель с возмущением.

41. Модели зависимых продолжительностей жизни –копулы.

42. Договоры страхования и ренты для произвольного статуса. Частные случаи.

43. Специальные ренты для двух лиц. Реверсивные ренты.

44. Вычисления для аналитических законов смертности и различных видов аппроксимации для дробных возрастов.

45. Актуарные функции, в которых учитывается очередность наступления смерти.

46. Модели выбытия по нескольким причинам. Основные характеристики пары : , , , , .

47. Соотношения между основными характеристиками пары .

48. Модель конкурирующих рисков.

49. Таблицы дожития и смертности для модели выбытия по нескольким причинам. Сопутствующие таблицы выбытия по единственной причине.

50. Построение таблиц выбытия по нескольким причинам с помощью таблиц выбытия по единственной причине. Предположения для дробных возрастов.

51. Оценка параметров в модели выбытия по нескольким причинам: метод Каплана-Мейера

52. Оценка параметров в модели выбытия по нескольким причинам: метод Нельсона-Аарена.

53. Оценка параметров в модели выбытия по нескольким причинам: метод максимума правдоподобия.

54. Оценка параметров в модели выбытия по нескольким причинам: кусочно-экспоненциальная модель.

55. Нетто-премии для договоров, в которых размер выплаты зависит от причины выбытия.

56. Нетто-резервы для договоров, в которых размер выплаты зависит от причины выбытия.

57. Выкупные суммы, которые можно не учитывать при определении премий и резервов.

58. Расчеты в пенсионных системах: демографические предположения, прогнозирование будущих выплат и взносов.

59. Схемы с установленными выплатами.

60. Схемы с установленными взносами.

61. Выплаты на случай потери трудоспособности по индивидуальным договорам.

62. Освобождение от уплаты премий. Нетто-премии и резервы.

*Экзаменационные билеты (билеты к устному зачету) формируются в виде двух вопросов (А и Б) из указанного списка и одной задачи (В), примеры задач см. далее.*

**Задача** (9.12 из Бауэрса). Пусть  и . Рассчитайте вероятность того, что лицо (40) доживёт до 75 лет.

**Задача** (9.13 из Бауэрса). Пусть  для . Рассчитайте , .

**Задача** (пример 9.7.2 из Бауэрса). Рента выплачивается непрерывно с интенсивностью 1 в год, если оба лица (*x*) и (*y*) живы, и с интенсивностью 2/3 в год, если одно лицо живо, а другое умерло. Выпишите формулы для: (1) настоящей стоимости ренты; (2) актуарной текущей стоимости ренты; (3) дисперсии случайной величины из п. (1) в предположении независимости сл.в. .

**Задача** (пример 9.7.3 из Бауэрса). Рассчитайте актуарную текущую стоимость ренты, выплачиваемой непрерывно на следующих условиях:

1. с интенсивностью 1 в год гарантированно до момента времени *n*;
2. с интенсивностью 1 в год после момента времени *n*, пока оба лица (*x*) и (*y*) живы;
3. с интенсивностью 3/4 в год после момента времени *n*, если лицо (*x*) живо, а лицо (*y*) умерло;
4. с интенсивностью 1/24 в год после момента времени *n*, если лицо (*y*) живо, а лицо (*x*) умерло.

**Задача** (9.34 из Бауэрса). Покажите, что для таблицы смертности, соответствующей закону Мэкама, величина  равна актуарной текущей стоимости ренты для одного лица, , где , а интенсивность процентов .

**Задача** (пример 10.2.1 из Бауэрса). Рассмотрим модель выбытия по двум причинам с интенсивностями выбытия , . Вычислите для этой модели совместные, маргинальные и условные распределения.

**Задача** (пример 9.2.1, 9.4.1 из Бауэрса). Для двух лиц (*x*) и (*y*) совместная плотность сл.в.  есть 0.0006(*t*-*s*)2, если 0<*s*<10, 0<*t*<10, и 0 в противном случае. Найдите функцию дожития сл.в. .

**Задача** (примеры 9.2.1, 9.7.1 из Бауэрса). Для двух лиц (*x*) и (*y*) совместная плотность сл.в.  есть 0.0006(*t*-*s*)2, если 0<*s*<10, 0<*t*<10, и 0 в противном случае. Вычислите актуарную современную стоимость страхования на 5 лет с выплатой возмещения при смерти последнего из двух лиц при . Найдите функцию дожития сл.в. .

**Задача** (пример 10.3.1 из Бауэрса). Постройте таблицу значений величин  и , соответствующую вероятностям выбытия, приведённым ниже:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *x* |  |  |
| 65 | 2% | 5% |
| 66 | 3% | 6% |
| 67 | 4% | 7% |
| 68 | 5% | 8% |
| 69 | 6% | 9% |
| 70 | 0 | 100% |

**Задача** (10.17 из Бауэрса). Выбытие может произойти по причине: (1) смерти; (2) потери трудоспособности; (3) выхода на пенсию. Постройте таблицу выбытия, соответствующую следующей таблице для абсолютных коэффициентов:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Возраст *x* |  |  |  |
| 62 | 2.0% | 3.0% | 20% |
| 63 | 2.2% | 3.4% | 10% |
| 64 | 2.8% | 4.0% | 12% |

**Задача** (пример 11.5.2 из Бауэрса). Выпишите формулу для ставки взносов вкладчика для обеспечения пенсии по старости с возраста 65 лет с гарантированным периодом выплат 10 лет и начальным размером пенсии в 50% от средней заработной платы за 5 лет работы между возрастами 60 и 65 лет. Ставка взносов устанавливается как доля от заработной платы и рассчитывается для нового участника в возрасте 30 лет. При увольнении в течение первых 5 лет выплаты не предусмотрены, а по истечении этого срока накопленные взносы зачисляются на личный пенсионный счёт участника, с которого в случае увольнения будет выплачиваться пенсия, но не ранее, чем с 60 лет. Участник, утративший трудоспособность, рассматривается как уволившийся и обеспечивается страховым покрытием на случай потери трудоспособности из других источников вплоть до достижения им возраста 65 лет, когда начинается выплата обычной пенсии по старости. В случае смерти накопленные взносы выплачиваются, если завершился 5-летний накопительный период, но не начиналась выплата пенсии.

Образцы билетов.

**Билет 1.**

**1.** Индивидуальное и коммерческое (включая групповое) страхование жизни.

**2.** Нетто-премии для договоров, в которых размер выплаты зависит от причины выбытия.

**Задача к билету.** Рента выплачивается непрерывно с интенсивностью 1 в год, если оба лица (*x*) и (*y*) живы, и с интенсивностью 2/3 в год, если одно лицо живо, а другое умерло. Выпишите формулы для: (1) настоящей стоимости ренты; (2) актуарной текущей стоимости ренты; (3) дисперсии случайной величины из п. (1) в предположении независимости сл.в. .

**Билет 2.**

**1.** Влияние демографии на страхование жизни, политические и юридические аспекты, спрос на страхование жизни.

**2.** Статус дожития последнего лица в группе.

**Задача к билету.** Для двух лиц (*x*) и (*y*) совместная плотность сл.в.  есть 0.0006(*t*-*s*)2, если 0<*s*<10, 0<*t*<10, и 0 в противном случае. Вычислите актуарную современную стоимость страхования на 5 лет с выплатой возмещения при смерти последнего из двух лиц при . Найдите функцию дожития сл.в. .

**Билет 3.**

**1.** Финансовый андеррайтинг.

**2.** Специальные ренты для двух лиц. Реверсивные ренты.

**Задача к билету.** Постройте таблицу значений величин  и , соответствующую вероятностям выбытия, приведённым ниже:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *x* |  |  |
| 65 | 2% | 5% |
| 66 | 3% | 6% |
| 67 | 4% | 7% |
| 68 | 5% | 8% |
| 69 | 6% | 9% |
| 70 | 0 | 100% |

1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Литература основная:

1. Kenneth Black, Jr., Harold D. Skipper, Kenneth Black, III. *Life Insurance*. 14th ed., 2013 (гл.1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 15)

2. Н.Бауэрс, Х.Гербер, Д.Джонс, С.Несбитт, Дж.Хикман. *Актуарная математика*. Перев. с англ. М.: Янус, 2001. (гл. 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://www.actuaries.org.uk/>

<https://www.soa.org/member/>