



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.14 Актуарная математика

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Моделирование и цифровизация социально-экономических систем

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** математики и методики её преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4		
Семестр/триместр	8		

Лекции	18		
Лабораторные занятия	—		
Практические (семинарские) занятия	18		
в т. ч. практическая подготовка	2		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет		
Контроль	-		
Иные формы работы	—		
Самостоятельная работа	36		

**Всего часов: 72**

**Трудоемкость: 2 зачетных единицы.**

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, ст. преподаватель *К.С. Елецких*

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** формирование системы знаний, практических умений и навыков, позволяющих будущим экономистам грамотно применять инструментальные средства финансовой математики для обработки экономических данных, математического моделирования и решения профессиональных (управленческих, исследовательских и социально-экономических) задач.

**Задачи изучения дисциплины:**

- формирование системы понятий, используемых для описания важнейших экономико-математических моделей;
- развитие способности понимать логику и смысл вычислительных операций, процедур и методов финансовой математики;
- формирование умения применять аппарат финансовой математики в инвестиционном анализе, финансовом менеджменте, банковском деле.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках вариативной части блока Б1. Дисциплины (модули).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>ПКС-1</b> Способен разрабатывать математические и компьютерные модели, проектировать программное обеспечение	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;</li><li>- принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;</li><li>- типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения;</li></ul>	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>-методы и модели, связанные со страхованием различных рисков;</li><li>- схемы начисления процентов и страховых выплат;</li><li>- условия страховой сделки;</li><li>- формы и методы организации страховой деятельности;</li></ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;</li><li>- применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных;</li></ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- строить математические модели, связанные со страхованием рисков;</li><li>- на основе исследования математических моделей делать выводы и рекомендации по принятию страховых решений;</li></ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- действиями по разработке и согласованию технических</li></ul>	<b>Владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами актуарных расчетов;</li><li>- методами организации страховой деятельности;</li></ul>

	спецификаций на программные компоненты; – действиями по согласованию требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.	-методами формирования страховых выплат.
--	--	--

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Страховая премия</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
1	Тема 1. Сущность страховой премии	4	1	1		2
2	Тема 2. Структура страховой премии	4	1	1		2
	<b>Раздел 2. Характеристики продолжительности жизни</b>	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>12</b>
3	Тема 3. Продолжительность жизни. Аналитические законы смертности	8	2	2		4
4	Тема 4. Остаточная продолжительность жизни. Таблица продолжительности жизни	8	2	2		4
5	Тема 5. Приближения для дробных возрастов	6	1	1		4
	<b>Раздел 3. Долгосрочное страхование жизни</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>9</b>
6	Тема 6. Особенности договоров страхования жизни. Общие принципы расчета нетто-премий	5	1	1		3
7	Тема 7. Нетто-премии для основных видов долгосрочного страхования	7	2	2		3
8	Тема 8. Нетто-премии для страхования с переменной суммой	7	2	2		3
	<b>Раздел 4. Страховые ренты</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>11</b>
9	Тема 9. Сущность страховой ренты. Основные виды рент.	8	2	2		4
10	Тема 10. Ренты, выплачиваемые несколько раз в год	7	2	2		3

11	Тема 11. Актуарное накопление	10	2	2		4
	<i>Зачет</i>					
	<i>Итого за 4 семестр</i>	72	18	18		36
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>

**Очно-заочная форма обучения не реализуется**  
**Заочная форма обучения не реализуется**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата.

#### **Типовые варианты контрольных работ** ***Контрольная работа №1*** ***8 семестр, очная форма обучения***

**1.** Специалисты предполагают, что разработка определенного нового типа лекарства увеличит среднюю остаточную продолжительности жизни на 4 года. Считая, что смертность описывается законом де Муавра (как до разработки, так и после), определите, как изменится предельный возраст.

**2.** Предположим, что  $q_{70} = 0,04$ , а  $q_{71} = 0,05$ . Подсчитайте вероятность того, что человек, которому сейчас 70 лет, умрет в возрасте от 70,5 до 71,5 лет. Для аппроксимации функции выживания для дробных возрастов используется предположение Балдуччи. Как изменится результат, если использовать предположение о равномерном распределении смертей?

**3.** Страховая компания предлагает заключить договор пожизненного страхования на сумму 10 000 долларов с человеком в возрасте 30 лет. Смертность описывается законом де Муавра с предельным возрастом 100 лет, а премия составляет 2500 долларов. Страховая компания учитывает при расчетах техническую процентную ставку  $i=6\%$ . Учитывая только поступление премий, выплаты страховых сумм и инвестиционный доход, определите среднее значение приведенного дохода страховщика (на момент заключения договора).

**4.** Время жизни описывается моделью де Муавра с предельным возрастом 120 лет,  $i=15\%$ . Найти нетто-премию для человека в возрасте 40 лет, если заключается договор:

- пожизненного страхования;
- 5-летнего страхования;
- 5-летнего смешанного страхования;
- пожизненного страхования, отсроченного на 2 года.

**5.** Договор страхования жизни на три года предполагает выплату страхового возмещения в конце последнего года жизни. Страховая сумма составляет 300 000 в случае смерти застрахованного в первый год действия договора, 350 000 в случае

смерти застрахованного во второй год действия договора и 400 000 в случае смерти застрахованного в третий год действия договора. При актуарных расчетах компания использует техническую ставку  $i=6\%$  и предполагает, что вероятность смерти застрахованного в  $k$ -й год действия договора дается формулой:  $q_{x+k} = 0,02(k + 1)$ ,  $k=0,1,2$ . Чему равна актуарная стоимость обязательств страховщика по выплате страхового возмещения.

## **Контрольная работа №2**

### **8 семестр, очная форма обучения**

1. Разовая нетто-премия по договору 20-летнего страхования жизни с человеком в возрасте 40 лет, в соответствии с которым в случае смерти в течение  $k$ -го года действия договора в конце этого года выплачивается страховая сумма  $21-k$ , равна 13. Страховая компания использовала при расчетах техническую процентную ставку  $i=6\%$  и ТПЖ с  $q_{40} = 0,2$ . Как изменится нетто-премия по этому договору, если уменьшить  $q_{40}$  в два раза?

2. Известно, что  $l_{30} = 96307$ ,  $l_{31} = 96117$ ,  $l_{32} = 95918$ . Подсчитайте актуарную стоимость 3-х летней временной пожизненной ренты, выплачиваемой раз в год в начале года в размере 10000 рублей. Возраст человека на момент заключения договора — 30 лет. Техническая ставка  $i = 25\%$ .

3. Рента постнумерандо выплачивается ежегодно в течение 12 лет нарастающими выплатами. Первый платеж равен 6000 руб., величина ежегодного прироста составляет 1000 руб. На накапливающуюся сумму ежегодно начисляются проценты по годовой ставке 15%. Определите величину наращенной суммы ренты. Во сколько раз данная сумма больше той, которая получилась бы при отсутствии ежегодного прироста?

4. Интенсивность непрерывного потока платежей изменяется линейно:  $R(t) = 10000 + 500t$ . Найдите наращенную сумму за 5 лет при сложной годовой процентной ставке 10%.

5. Человек в возрасте  $x = 35$  лет покупает пожизненную пенсию, начиная с возраста 65 лет. Пенсия величиной 1000 рублей должна выплачиваться раз в год. Плата за пенсию  $R$  вносится в виде разовой премии в момент заключения договора. При этом в случае смерти до наступления пенсионного возраста плата за пенсию  $R$  возвращается наследникам в конце года смерти. Определите  $R$ .

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов.

## **Вопросы к зачету**

### **4 семестр, очная форма обучения**

1. Сущность и структура страховой премии.
2. Продолжительность жизни. Аналитические законы смертности.
3. Продолжительность жизни. Остаточная продолжительность жизни.
4. Таблица продолжительности жизни.
5. Продолжительность жизни. Приближения для дробных возрастов.
6. Основные особенности договоров страхования жизни.
7. Общие принципы расчета нетто-премий.

8. Нетто-премии для основных видов долгосрочного страхования.
9. Нетто-премии для страхования с переменной суммой.
10. Сущность страховой ренты. Основные виды рент.
11. Ренты, выплачиваемые несколько раз в год.
12. Страховые ренты. Актуарное накопление.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Корнилов, И. А. Основы страховой математики : учебное пособие / И. А. Корнилов. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 401 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684564> (дата обращения: 01.08.2021). – ISBN 5-238-00592-X. – Текст : электронный.
2. Фалин, А. И. Актуарная математика в задачах : [16+] / А. И. Фалин, Г. И. Фалин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Физматлит, 2003. – 192 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83041> (дата обращения: 01.08.2021). – ISBN 5-9221-0451-7. – Текст : электронный.

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Актуарные расчеты в страховании жизни и пенсионном страховании: учебно-практическое пособие : учебное пособие / Н. В. Звездина, Л. В. Иванова, М. А. Скорик, Т. А. Егорова. – Москва : Евразийский открытый институт, 2012. – 485 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90643> (дата обращения: 01.08.2021). – ISBN 978-5-374-00584-4. – Текст : электронный.
2. Математические методы и модели исследования операций : учебник / В. А. Колемаев, Т. М. Гатауллин, Н. И. Заичкин [и др.] ; ред. В. А. Колемаев. – Москва : Юнити-Дана, 2017. – 593 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684910> (дата обращения 01.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-238-01325-1. – Текст : электронный.

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

2	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>	Образовательный математический сайт, содержащий математические пакеты для поддержки проводимых занятий, а также методические разработки	Неограниченный доступ
3	<a href="https://www.matburo.ru/">https://www.matburo.ru/</a>	Справочная информация по математическим дисциплинам	Неограниченный доступ
4	<a href="http://allmath.ru">http://allmath.ru</a>	Математический портал, содержащий разделы: высшая математика, прикладная математика, школьная математика, олимпиадная математика.	Неограниченный доступ
5	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	Издательство «Лань»	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ/
6	<u>ЭБС «Юрайт»</u>	Виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по экономическим, юридическим, гуманитарным, инженерно-техническим и естественно-научным направлениям и специальностям.	<a href="http://biblio-online.ru">biblio-online.ru</a> Доступ после регистрации

## VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1	<u>zbMATH</u>	Математическая база данных, охватывающая около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, физике, естественным наукам	Доступ свободный <a href="http://zbmath.org">zbmath.org</a> Доступ свободный
2	Официальный сайт Министерства экономического развития РФ		<a href="http://www.economy.gov.ru">http://www.economy.gov.ru</a> Доступ свободный
3	Федеральный портал «Бюро экономического анализа»	Проведение экспертно-аналитических работ и предоставление консультационных услуг в области экономической политики.	<a href="http://www.beafnd.org">http://www.beafnd.org</a> Доступ свободный

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.