МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/Шубаева В.Г./
«28» августа 2020 г.

СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	10.03.01 Информационная безопасность
Направленность (профиль) программы	Безопасность компьютерных систем (в экономике и управлении)
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составители:
_____/ к.ф.-м.н., доцент Петрас С.В.
_____/ к.ф.-м.н., доцент Дмитриев В.Г.

Санкт-Петербург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ 3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .. 3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 3
4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ 3
5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ 4
6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА 5
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 6
7.1 Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины 6
7.2 Организация самостоятельной работы 7
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 7
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 8
9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 8
9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса 8
10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 9
11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: изложить необходимый математический аппарат и привить бакалаврам навыки его использования при анализе и решении профессиональных задач.

Задачи: познакомить бакалавров с математическими методами, дающими возможность изучать и прогнозировать процессы и явления из области их будущей деятельности; развитие логического, математического и алгоритмического мышления, способствование формированию умений и навыков самостоятельного анализа и исследования профессиональных проблем, развитию стремления к научному поиску путей совершенствования своей работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В. «Случайные процессы» относится к вариативной части Блока 1, и является обязательной для освоения обучающимся после выбора обучающимся направленности (профиля) программы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции выпускника	Этапы формирования компетенций	Планируемые результаты обучения/индикаторы достижения компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-11 – способностью проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов	Первый уровень (пороговый) (ПК-11) –1	Знать: основные понятия и факты теории случайных процессов. З1(ПК-11) Уметь: использовать математические методы и модели для решения прикладных задач У1(ПК-11) Владеть: навыками моделирования прикладных задач, используя теорию случайных процессов В1(ПК-11)

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет – 6 семестр.

Распределение фонда времени по темам дисциплины по очной форме обучения представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины (очная форма обучения)

Номер и наименование тем	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5
Тема 1. Случайные функции	3	6		12
Тема 2. Пуассоновский поток (процесс)	4	8		12
Тема 3. Цепи Маркова	4	8		12
Тема 4. Цепи Маркова с непрерывным временем	4	8		12
Тема 5. Марковские процессы гибели и размножения	3	6		12
Тема 6. Основы теории массового обслуживания	6	12		12
Всего по дисциплине:	24	48		72

*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Случайные функции

Понятие случайной функции (случайного процесса). Сечения и траектория СП. Законы распределения СП. СП с независимыми приращениями. Примеры СП. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция СП. Стационарные случайные процессы в узком и широком смысле. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. Метод канонических разложений.

Тема 2. Пуассоновский поток (процесс)

Свойства однородности, отсутствия последействия и ординарности пуассоновского потока. Вероятностное распределение числа событий пуассоновского потока, произошедших на промежутке времени длиной t. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция пуассоновского процесса. Случайное разрежение пуассоновского потока. Сложение независимых пуассоновских потоков. Вероятностное распределение длины промежутка времени между соседними событиями пуассоновского потока. Потоки Эрланга. Вероятностное распределение длины промежутка времени между соседними событиями в потоке Эрланга k-го порядка.

Тема 3. Марковские цепи

Цепь Маркова. Матрица переходов за один и несколько шагов. Вероятности состояний марковской цепи. Марковское свойство. Классификация состояний. Эргодические классы состояний. Канонический вид матрицы вероятностей переходов марковской цепи. Периодические состояния марковской цепи с периодом h. Канонический вид матрицы вероятностей переходов марковской цепи с периодическими состояниями. Большой шаг цепи Маркова. Эргодическая теорема Маркова. Финальные (стационарные) вероятности состояний.

Тема 4. Марковские цепи с непрерывным временем

Марковские цепи с непрерывным временем. Однородные и неоднородные цепи Маркова. Уравнение Чепмена – Колмогорова. Q - матрица инфинитезимальных характеристик. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова.

Эргодическая теорема Маркова. Финальные вероятности состояний марковской цепи.

Тема 5. Марковские процессы гибели и размножения

Определение марковского процесса гибели и размножения. Граф непосредственных переходов и Q - матрица процесса гибели и размножения. Вероятности состояний для процессов гибели и размножения. Дифференциальные уравнения Колмогорова для процессов гибели и размножения. Достаточные условия существования финальных вероятностей в случае конечного и бесконечного числа состояний. Финальные вероятности для процессов гибели и размножения.

Тема 6. Основы теории массового обслуживания

Одноканальная система массового обслуживания (СМО) с отказами. Многоканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ограниченной ёмкостью накопителя.
Многоканальная СМО с ограниченной ёмкостью накопителя. Одноканальная СМО с неограниченной ёмкостью накопителя. Многоканальная СМО с неограниченной ёмкостью накопителя.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия/ Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятия	Вид занятия/Оценочное средство
1	*2*	*3*
	3 семестр	
1	ПЗ.1. Понятие случайной функции (случайного процесса). Сечения и траектория СП. Законы распределения СП. СП с независимыми приращениями. Примеры СП. ПЗ.2. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция СП. Стационарные случайные процессы в узком и широком смысле. ПЗ.3. Линейные и нелинейные преобразования случайных процессов. Дифференцирование и интегрирование случайных процессов. Метод канонических разложений.	ПЗ/Решение практических задач
2	ПЗ.4. Свойства однородности, отсутствия последействия и ординарности пуассоновского потока. ПЗ.5. Вероятностное распределение числа событий пуассоновского потока, произошедших на промежутке времени длиной t. Вероятностное распределение длины промежутка времени между соседними событиями пуассоновского потока. ПЗ.6. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция пуассоновского процесса. Случайное разрежение пуассоновского потока. Сложение независимых пуассоновских потоков. Моделирование пуассоновского процесса в среде Wolfram Mathematica. ПЗ.7. Потоки Эрланга. Вероятностное распределение длины промежутка времени между соседними событиями в потоке Эрланга k-го порядка.	ПЗ/Решение практических задач
3	ПЗ.8. Цепь Маркова. Матрица переходов за один и несколько шагов. Вероятности состояний марковской цепи. Марковское свойство. Классификация состояний. ПЗ.9. Эргодические классы состояний. Канонический вид матрицы вероятностей переходов марковской цепи. ПЗ.10. Периодические состояния марковской цепи с периодом h. Канонический вид матрицы вероятностей переходов марковской цепи с периодическими состояниями. Большой шаг цепи Маркова.	ПЗ/Решение практических задач

	ПЗ.11. Эргодическая теорема Маркова. Финальные (стационарные) вероятности состояний.	
4	ПЗ.12. Марковские цепи с непрерывным временем. Однородные и неоднородные цепи Маркова. Моделирование марковского процесса в среде Wolfram Mathematica. ПЗ.13. Уравнение Чепмена – Колмогорова. Q - матрица инфинитезимальных характеристик. ПЗ.14. Прямая и обратная системы дифференциальных уравнений Колмогорова. ПЗ.15. Эргодическая теорема Маркова. Финальные вероятности состояний марковской цепи.	ПЗ/Решение практических задач
5	ПЗ.16. Определение марковского процесса гибели и размножения. Граф непосредственных переходов и Q - матрица процесса гибели и размножения. ПЗ.17. Вероятности состояний для процессов гибели и размножения. Дифференциальные уравнения Колмогорова для процессов гибели и размножения. ПЗ.18. Достаточные условия существования финальных вероятностей в случае конечного и бесконечного числа состояний. Финальные вероятности для процессов гибели и размножения.	ПЗ/Решение практических задач
6	ПЗ.19. Одноканальная система массового обслуживания (СМО) с отказами. ПЗ.20. Многоканальная СМО с отказами. ПЗ.21. Одноканальная СМО с ограниченной ёмкостью накопителя. ПЗ.22. Многоканальная СМО с ограниченной ёмкостью накопителя. ПЗ.23. Одноканальная СМО с неограниченной ёмкостью накопителя. ПЗ.24. Многоканальная СМО с неограниченной ёмкостью накопителя.	ПЗ/Решение практических задач

* ПЗ – практические занятия, СЗ – семинарские занятия, ЛР – лабораторные работы

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

7.1 Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Для формирования четкого представления об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине в самом начале учебного курса обучающийся должен ознакомиться с учебно-методической документацией:

– рабочей программой дисциплины: с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, перечнем знаний и умений, которыми в процессе освоения дисциплины должен владеть обучающийся,

– порядком проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации;

– графиком консультаций преподавателей кафедры.

Систематическое выполнение учебной работы на занятиях лекционных и семинарских типов, а также выполнение самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину.

В процессе освоения дисциплины обучающимся следует:

– слушать, конспектировать излагаемый преподавателем материал;

– ставить, обсуждать актуальные проблемы курса, быть активным на занятиях;

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений;

– выполнять задания практических занятий полностью и установленные сроки.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, то обратится к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на занятиях семинарского типа.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, рекомендуется не позже чем в 2 - недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме.

7.2 Организация самостоятельной работы

Под самостоятельной работой обучающихся понимается планируемая работа обучающихся, направленная на формирование указанных компетенций, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия.

Методическое обеспечение самостоятельной работы при наличии обучающихся лиц с ограниченными возможностями представляется в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Виды самостоятельной работы по дисциплине представлены в таблице 7.2.1.

Таблица 7.2.1 – Организация самостоятельной работы обучающегося

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	*2*
1 - 3	Изучение теоретических вопросов курса, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию (контрольным работам) №1.
4 - 6	Изучение теоретических вопросов курса, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию (контрольным работам) №2.

Каждый вид СРО, указанный в таблице 7.2.1 обеспечен методическими материалами.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Случайные процессы» в основном используются традиционные методы обучения. При изложении отдельных тем применяются активные и интерактивные технологии (лекции-визуализации, групповое решение задач на практическом занятии).

9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Таблица 9.1.1 – Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)	Основная/ дополнительная литература	Книгообеспеченность	
		Кол-во. экз. в библ. СПбГЭУ	Электронные ресурсы
Круглов В.М. Случайные процессы в 2 ч. Часть 1. Основы общей теории : учебник . — 2-е изд., перераб. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 276 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
Круглов В.М. Случайные процессы в 2 ч. Часть 2. Основы стохастического анализа : учебник . — 2-е изд., перераб. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 280 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
Энатская, Н.Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебное пособие . — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 201 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
Булинский А.В. Теория случайных процессов /БулинскийА.В., ШиряевА.Н. — Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2005. - 400 с.	дополнительная	–	ЭБС ZNANIUM
Каштанов, В.А. Случайные процессы : учебник и практикум / В. А. Каштанов, Н. Ю. Энатская. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 156 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт

Таблица 9.1.2 – Перечень современных профессиональных баз данных (СПБД)

№	Наименование СПБД
1	Электронная библиотека Grebennikon.ru – www.grebennikon.ru
2	Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru
3	Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru
4	База данных ПОЛПРЕД Справочники – www.polpred.com
5	База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary – www.oecd-ilibrary.org

Таблица 9.1.3 – Перечень информационных справочных систем (ИСС)

№	Наименование ИСС
1	Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.consultant.ru)
2	Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru)
3	Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.kodeks.ru)
4	Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru
5	Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru
6	Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – www.znanium.com
7	Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru

9.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 9.2.1 – Перечень программного обеспечения (ПО)

№ п/п	Наименование ПО
1	Microsoft Windows Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г
2	Microsoft Office Professional (КОНТРАКТ № 244/20 «26» июня 2020 г)
3	7-Zip (freeware)

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций, обучающихся по дисциплине, оформляется отдельным документом и является приложением к рабочей программе дисциплины (модуля).