

Документ подписан простой электронной подписью	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ	
Информация о владельце:	Федеральное государственное бюджетное образовательное	
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич	учреждение высшего образования	
Должность: Ректор	«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 08.04.2026 16:25:41	Рабочая программа дисциплины "Элементы теории случайных процессов (научный семинар)" по направлению	стр. 1
Уникальный программный ключ:	подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю)	
04c19ed8bfb98f3b6cb77a48169a8788b8323737	Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	

Рабочая программа дисциплины (модуля)*
Элементы теории случайных процессов (научный семинар)

Направление подготовки (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

Прикладная математика и искусственный интеллект

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предназначена для изучения основных результатов и методов статистического моделирования.

Цель дисциплины — изложить основные результаты и методы статистического моделирования на современном языке и в достаточно полном объеме.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов, соответствующих компетенций УК1, ПК1:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач

ПК-1.1. Обладает знаниями о существующих математических методах и моделях, применяемые для описания систем; о классических математических методах анализа систем.

ПК-1.2. Демонстрирует умение: проводить исследование и анализ системы; интерпретировать результаты анализа для заинтересованных лиц; устанавливать причинно-следственные связи между явлениями; проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы.

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): выполнения описания модели системы; применения математических методов при решении типовых задач; выполнения классификации явлений системы и описания причинно- следственных связей между явлениями.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: К.М.01.ДВ.02.02

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Математический анализ

Функциональный анализ

Теория вероятностей

Математическая статистика

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Производственная практика

Преддипломная практика

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Знать:

Методы поиска и синтеза информации, сущность системного подхода для решения поставленных задач в области приложений теории случайных процессов.

Уметь:

Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач в области приложений теории случайных процессов.

Владеть:

Методами поиска, анализа и синтеза информации, техникой системного подхода для решения поставленных задач в области приложений теории случайных процессов.

ПК-1: Способен проектировать системы различного назначения и проводить их анализ

Знать:

Основы теории случайных процессов, базовые вероятностные модели, применяемые для описания систем в области профессиональной деятельности.

Уметь:



Проводить исследование и анализ выбранной вероятностной модели объекта; интерпретировать результаты анализа для заинтересованных лиц; устанавливать причинно-следственные связи между явлениями; проводить сбор, обработку и анализ данных для определения ключевых свойств системы.

Владеть:

Практическим опытом построения вероятностной модели системы; математическими методами ее обработки при решении типовых задач; выполнения классификации явлений системы и описания причинно-следственных связей между явлениями.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:	
3.1.1	базовые понятия теории случайных процессов.
3.2 Уметь:	
3.2.1	модифицировать известные подходы теории случайных процессов к конкретным задачам и реализовать их на ЭВМ.
3.3 Владеть:	
3.3.1	методами теории случайных процессов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 180 в том числе : аудиторные занятия : 34 самостоятельная работа : 88,7 часов на контроль : 54 контактная работа: 37,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 7

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Общие понятия теории случайных процессов			
1.1	общие понятия теории случайных процессов /Лек/	7	4	Л1.1 Э1 Э2
1.2	Векторные случайные величины /Ср/	7	12	Л1.1 Э1 Э2
	Раздел 2. Марковские цепи			
2.1	Марковские цепи /Лек/	7	4	Л1.1 Э1 Э2
2.2	Марковские цепи /Ср/	7	10	Л1.1 Э1 Э2
	Раздел 3. Марковские случайные процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем			
3.1	Марковские случайные процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем /Лек/	7	4	Л1.1 Э1 Э2
3.2	Марковские случайные процессы с конечным числом состояний и непрерывным временем /Ср/	7	10	Л1.1 Э1 Э2
	Раздел 4. Пространство случайных величин с конечной дисперсией, случайные процессы, их непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость			
4.1	Пространство случайных величин с конечной дисперсией, случайные процессы, их непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость /Лек/	7	6	Л1.1 Э1 Э2



Рабочая программа дисциплины "Элементы теории случайных процессов (научный семинар)" по направлению подготовки (специальности) 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" направленности (профилю) Прикладная математика и искусственный интеллект ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
4.2	Пространство случайных величин с конечной дисперсией, случайные процессы, их непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость /Ср/	7	16,7	Л1.1 Э1 Э2
Раздел 5. Пространство Шварца обобщенных функций на прямой, дифференцирование и преобразование Фурье в нем. Дельта функция				
5.1	Пространство Шварца обобщенных функций на прямой, дифференцирование и преобразование Фурье в нем. Дельта функция /Лек/	7	4	Л1.1 Э1 Э2
5.2	Пространство Шварца обобщенных функций на прямой, дифференцирование и преобразование Фурье в нем. Дельта функция /Ср/	7	10	Л1.1 Э1 Э2
Раздел 6. Стационарные случайные процессы				
6.1	Определение и основные свойства стационарных случайных функций /Лек/	7	2	Л1.1 Э1 Э2
6.2	Определение и основные свойства стационарных случайных функций /Ср/	7	8	Л1.1 Э1 Э2
6.3	Понятие белого шума /Лек/	7	2	Л1.1 Э1 Э2
6.4	Понятие белого шума /Ср/	7	4	Л1.1 Э1 Э2
6.5	Спектральное разложение стационарного случайного процесса /Лек/	7	6	Л1.1 Э1 Э2
6.6	Спектральное разложение стационарного случайного процесса /Ср/	7	12	Л1.1 Э1 Э2
Раздел 7. Эргодические стационарные случайные функции				
7.1	Эргодические стационарные случайные функции /Лек/	7	2	Л1.1 Э1 Э2
7.2	Эргодические стационарные случайные функции /Ср/	7	6	Л1.1 Э1 Э2
Раздел 8. Иная контактная работа				
8.1	Индивидуальные консультации и текущий контроль /ИКР/	7	3,3	Л1.1

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Семестровая (домашняя) работа,
решение задач из лекций,
экзаменационная контрольная работа

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример семестрового задания. см. Приложение.
Пример задачи см. Приложение

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену.

1. Определение случайного процесса, его конечномерных распределений. Числовые характеристики случайного процесса: математическое ожидание, ковариационная и автокорреляционная функции, их свойства. Гауссовские случайные процессы. Временные ряды.
2. Марковская цепь, переходные вероятности, вероятности задержки, однородность цепи Маркова, вероятности состояний.
3. Стационарный режим для цепи Маркова.
4. Случайные процессы с Марковским свойством, непрерывным временем и конечным числом состояний,



переходные вероятности. Что означает однородность по времени таких процессов, сепарабельность и стохастическая непрерывность? Уравнения Колмогорова-Чепмена.

5. Теорема о существовании плотностей перехода из одного состояния в другое и выхода из данного состояния для однородного Марковского процесса с конечным числом состояний, сепарабельного и стохастически непрерывного.

6. Прямая и обратная системы Колмогорова

7. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний и системы уравнений для стационарного распределения вероятностей состояний. Формулировка эргодической теоремы.

8. Гильбертово пространство величин с конечной дисперсией. Сходимость случайных величин в среднеквадратическом. Примеры.

9. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость случайных процессов со значениями в простых и сложных вычислениях с конечной дисперсией. Вычисление автоковариационной функции от производной и интеграла случайного процесса.

10. Пространство Шварца обобщенных функций на числовой прямой, регулярные обобщенные функции. Преобразование Фурье и дифференцирование обобщенных функций. Дельта функция.

11. Стационарные случайные процессы с дискретным спектром.

12. Спектральное разложение стационарного случайного процесса с непрерывным спектром. Спектральная плотность. Формулы Винера Хинчина.

13. Спектральное разложение стационарного случайного процесса в комплексной форме.

14. Белые шумы. Стационарный белый шум. Реальный белый шум.

15. Физический смысл спектральной плотности.

16. Эргодичность стационарного случайного процесса а) по отношению к математическому ожиданию, б) по отношению к автоковариационной функции. Достаточные условия эргодичности.

Пример экзаменационного билета.

1. Комплексная форма спектрального разложения стационарного случайного процесса. Формулы Винера Хинчина.

2. Прямая и обратная системы Колмогорова.

3. Найти преобразование Фурье единицы.

4. Найти обобщенную производную функции Хевпсайда.

6.4. Критерии оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине определяется на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов.

Итоговая оценка выставляется, исходя из количества баллов, набранных в течение семестра и полученных за экзамен

Начисляемые рейтинговые баллы.

(По каждой позиции указывается максимальный балл)

Домашняя (семестровая) работа – 60 баллов

Решение задач из лекций -10

Посещаемость - 10

Экзаменационная контрольная работа - 20

Итого 100 баллов

Итоговый экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает решение задач и развернутый, полный ответ на теоретические вопросы. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного на практических занятиях и вынесенного на самостоятельную работу. Время, отводимое на выполнение итоговой работы, 120 минут

Максимальный балл за семестровую работу – 60 баллов

Максимальный балл за экзаменационную контрольную работу — 20 баллов. Этот балл складывается из баллов, полученных за каждый вопрос в билете. В билете – 2 теоретических вопроса и две задачи.

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за экзамен:

0-49 баллов - неудовлетворительно (2);

50-69 баллов - удовлетворительно (3);

70-90 баллов - хорошо (4);

91-100 баллов - отлично (5).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература



7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Бородин А. Н.	Случайные процессы (https://e.lanbook.com/book/211268)	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.			
Э2	Справочник «Информо» (http://www.informio.ru/) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: http://www.informio.ru/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.			

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

LibreOffice

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992 .
2. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2019). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
3. Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/> (дата обращения: 09.01.2019). – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекционные занятия и самостоятельная работа. На лекционных занятиях обсуждение теоретического материала сочетается с решением задач. Студенту желательно активно участвовать в проведении аудиторных занятий, задавать вопросы, высказывать свою точку зрения по поводу обсуждаемой проблемы, задачи. Умение обосновывать свою точку зрения, нахождения компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. Проработку теоретического материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершении темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину. При этом следует обращаться к различным источникам информации (помимо рекомендованной литературы поиск нужного материала в интернете). Желательно регулярно выполнять домашние занятия. Они могут содержать не только задачи, но и проработку нового теоретического материала.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (чат), или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, чаты, электронная почта).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с руководителем практики по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные



образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Пример семестрового (домашнего) задания**Задания первой части**

1. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = \alpha e^{-t}$, где α - случайная величина, распределенная равномерно на отрезке $[-1; 1]$.

2. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = e^{-\eta t}$, где η - случайная величина, распределенная по показательному закону с параметром λ .

3. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = t + a \cdot \eta$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.

4. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = \eta \cdot t + a$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.

5. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = V \cos(\psi t - \Theta)$, где V и Θ - независимые случайные величины. V распределена по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , Θ - случайная величина, распределенная равномерно на интервале $(0; 2\pi)$, $\psi = const$.

6. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U и V - некоррелированные случайные величины, распределенные по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 , $\omega_0 = const$.

7. Найдите математическое ожидание, дисперсию и автоковариационную функцию случайного процесса $X(t) = V \cdot e^{-Ut}$, где U и V - независимые случайные величины, U распределена равномерно на интервале $(0, a)$, V распределена равномерно на интервале $(0, b)$.

8. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = \eta \cdot t + a$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.

9. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = t + a \cdot \eta$, где η - случайная величина, распределенная по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $a = const$.

10. Найти одномерную плотность распределения вероятностей случайного процесса $X(t) = U \cos \omega_0 t + V \sin \omega_0 t$, где U и V - независимые случайные величины, распределенные по нормальному закону с математическим ожиданием m и дисперсией σ^2 , $\omega_0 = const$.

Типовые задачи

1. Вычислить интеграл методом Монте-Карло:

$$а) \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} |\sin x| dx$$

$$б) \iint_B \sin(x) \cos(y) dx dy, \text{ где область } B - \text{ единичный круг с центром в начале координат.}$$

$$в) \int_0^1 e^{-2+x} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(n+1)2^n x^n}{n!} dx$$

2. Платная стоянка для автомобилей имеет 40 мест. Считается, что поток автомашин, прибывающих на стоянку – простейший с интенсивностью 15 авт./час. Известно, что время пребывания автомобиля на стоянке распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{2} x^2 e^{-x}$, $x > 0$, средним 3 часа. Оплата почасовая: 15 руб/час. Определить среднюю выручку владельца за одну неделю.

3. Автозаправочная станция имеет 4 бензоколонки. Входящий поток автомашин простейший с интенсивностью 1.5 авт/мин. Если все колонки заняты, автомобиль уезжает. Время заправки распределено с плотностью $p(x) = \frac{1}{25} (e^{-x} + x^4 e^{-x})$, $x > 0$ и средним 4.84 мин.

Определить среднее число занятых колонок в установившемся режиме работы.

