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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____/Шубаева В.Г./
«20» июня 20 18 г.

МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) программы	Прикладная математика и информатика в экономике и управлении
Уровень высшего образования	бакалавриат
Форма обучения	очная

Составители:
_____/ д.т.н., профессор Фридман Г.М.
_____/ ассистент Ивахненко Д.А.

Санкт-Петербург
2018

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 4
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 9
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 10

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: познакомить обучающихся со статистическими методами анализа временных рядов, представить средства проведения анализа и прогнозирования сложных экономических процессов во времени.

Задачи:

- исследование областей применения методов анализа данных и прогнозирования,
- изучение методов и средств анализа экономических процессов на основе моделей временных рядов,
- построение математических моделей прогнозирования, анализ и интерпретация полученных результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.13 «Методы прогнозирования» 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-1 способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК-1	Декомпозиция 2 Знать: современные методы сбора, хранения, обработки, анализа и интерпретации данных З(II) (ПК-1) Уметь: строить гипотезы и применять математические методы для построения прогнозных моделей У(II) (ПК-1) Владеть: инструментальными средствами анализа данных и навыками их применения к практическим задачам прогнозирования В(II) (ПК-1)
ПК-9 способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы	ПК-9	Декомпозиция 5 Знать: особенности задачи прогнозирования и основные этапы построения прогнозной модели З(V) (ПК-9) Уметь: интерпретировать данные, выдвигать и проверять гипотезы и строить математические модели прогнозирования У(V) (ПК-9) Владеть: инструментами анализа данных при прогнозировании и навыками оценки качества полученных результатов В(V) (ПК-9)

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых 36 часов самостоятельной работы обучающегося отводится на подготовку и защиту экзамена.

Форма промежуточной аттестации: экзамен в 6 семестре.

Распределение фонда времени по темам дисциплины 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. Введение. Постановка задачи прогнозирования. Области применения методов прогнозирования	2	-	-	4
Тема 2. Регрессионные модели прогнозирования. Регуляризация	6	10	-	14
Тема 3. Авторегрессионные модели прогнозирования	6	10	-	14
Тема 4. Пуассоновская регрессия	4	6	-	8
Тема 5. Анализ выживаемости	4	6	-	14
Всего по дисциплине:	**22**	**32**		**54**

*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. Введение. Постановка задачи прогнозирования. Области применения методов прогнозирования

Понятия прогноза и прогнозирования. Классификация задач прогнозирования. Понятие временного ряда. Компоненты уровня динамического ряда: тренд, периодические и сезонные колебания, непрогнозируемая составляющая. Классификация методов прогнозирования. Экстраполяция как метод статистического прогнозирования. Адекватность прогнозной модели. Методы оценки качества прогнозной модели. Метрики качества прогнозной модели.

Тема 2. Регрессионные модели прогнозирования. Регуляризация

Понятие регрессии. Статистические методы исследования влияния одного или нескольких факторов на зависимую переменную. Понятие корреляции. Теоретическое обоснование модели линейной регрессии. Метод наименьших квадратов. Применение модели линейной регрессии при прогнозировании. Центрирование и масштабирование данных.

Анализ регрессионных остатков. Корреляция между остатками. Методы обнаружения выбросов в данных. Множественная регрессия. Нелинейная регрессия. Регуляризация как метод повышения обобщающей способности прогнозной модели. Гребневая регрессия. Каноническая форма гребневой регрессии. LASSO-регрессия.

Тема 3. Авторегрессионные модели прогнозирования

Метод средних. Наивная модель прогнозирования. Стационарность. Тест Дики-Фуллера на стационарность ряда. Преобразование Бокса-Кокса. Понятие скользящего среднего. Сглаживание временного ряда. Взвешенное скользящее среднее.

Экспоненциальное сглаживание. Добавление компоненты уровня временного ряда. Добавление сезонной компоненты. Модель Хольта-Винтерса. Модель Тейла-Вейджа.

Авторегрессия скользящего среднего (модель ARMA). Интегрированная модель авторегрессии скользящего среднего (модель ARIMA). Добавление сезонной составляющей в модель ARIMA (модель SARIMA). Критерий Льюнга-Бокса оценки адекватности прогнозной модели.

Тема 4. Пуассоновская регрессия

Оценка распределения зависимой переменной. Метод максимального правдоподобия. Оценка параметров регрессионной модели методом максимального правдоподобия. Определение функционала качества. Применение распределения Пуассона для прогнозирования счетных переменных. Авторегрессионная модель Пуассона. Обобщенная линейная авторегрессия скользящего среднего (GARMA).

Устойчивая оценка дисперсии. Меры качества модели. Выбор наилучшей линейной модели, проверка равенства среднего и дисперсии. Анализ необходимости добавления взаимодействий. Проверка адекватности модели Пуассона. Анализ влиятельных наблюдений.

Тема 5. Анализ выживаемости

Прикладные задачи анализа выживаемости. Понятие цензурированной выборки. Семейства распределений, использующихся для описания продолжительности жизни рассматриваемого объекта. Экспоненциальная регрессия. Связь параметра интенсивности с прогнозными переменными. Гипотеза о влиянии на продолжительность жизни независимых переменных. Критерий согласия хи-квадрат. Проверка предположения об экспоненциальном распределении целевой переменной.

Модель пропорциональных интенсивностей Кокса. Гипотеза пропорциональности. Базовая функция интенсивности. Предположение о логарифмической линейности соотношения между функцией интенсивности и независимыми переменными.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Тема занятия	Вид занятия / Оценочное средство
1	2	3
2	Занятие 1. Изучение влияния прогнозных факторов на целевую переменную. Преобразование исходных данных для обучения линейной модели. Обучение модели линейной регрессии методом наименьших квадратов. Оценка качества полученного прогноза. Оценка адекватности прогнозной модели. Занятие 2. Проведение анализа регрессионных остатков. Обнаружение выбросов в данных. Проверка гомоскедастичности остатков. Проверка наличия корреляции остатков. Построение модели полиномиальной регрессии. Добавление регуляризатора в модель полиномиальной регрессии. Построение гребневой регрессии для построения прогноза. Построение LASSO-регрессии для построения прогноза. Оценка коэффициентов прогнозной модели.	ПЗ: Доклад ПЗ: Расчетно-графическая работа Контрольная работа

3	Занятие 3. Построение наивной прогнозной модели. Сравнение качества прогноза с прогнозом линейной модели. Проверка временного ряда на стационарность. Проведение преобразований Бокса-Кокса. Экспоненциальное сглаживание временного ряда. Построение модели Хольта-Винтерса. Построение модели Тейла-Вейджа. Занятие 4. Построение авторегрессии скользящего среднего. Построение интегрированной модели авторегрессии скользящего среднего. Добавление сезонной составляющей в модель авторегрессии. Оценка качества полученного прогноза. Оценка адекватности модели.	ПЗ: Расчетно-графическая работа
4	Занятие 5. Построение математической модели прогнозирования методом максимального правдоподобия. Вывод формулы функционала качества для оценки счетной переменной. Построение модели Пуассона прогнозирования счетной переменной. Вывод формул обобщенной линейной авторегрессии скользящего среднего. Занятие 6. Оценка среднего и дисперсии прогнозной модели со счетной прогнозируемой переменной. Оценка качества полученного прогноза. Добавление взаимодействий в прогнозную модель. Проверка адекватности полученной модели. Анализ влиятельности факторов на качество прогноза.	ПЗ: Расчетно-графическая работа Контрольная работа
5	Занятие 7. Определение экспоненциального семейства распределений. Проверка предположения об экспоненциальном распределении целевой переменной. Вывод формул экспоненциальной регрессии прогнозирования продолжительности жизни рассматриваемого объекта. Оценка параметра интенсивности. Проверка гипотезы о влиянии независимых переменных на продолжительность жизни. Занятие 8. Построение модели пропорциональных интенсивностей Кокса. Проверка предположения о логарифмической линейности соотношения между функцией интенсивности и независимыми переменными. Построение модели Кокса оценки вероятности смерти объекта в течение 10 лет.	ПЗ: Расчетно-графическая работа

*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	Изучение литературы по математическим методам прогнозирования.
2	Самостоятельное задание: подготовка данных для построения линейной модели. Построение модели линейной регрессии для задачи прогнозирования и оценка качества прогноза в Wolfram Mathematica. Построение модели гребневой и LASSO-регрессии. Подготовка к экзамену.
3	Самостоятельное задание: подготовка данных для построения авторегрессионных моделей. Построение моделей Хольта-Винтерса и Тейла-Вейджа в Wolfram Mathematica. Построение прогнозных моделей ARMA, ARIMA и SARIMA. Сравнения качества прогноза построенных моделей. Подготовка к экзамену.
4	Самостоятельное задание: построение модели Пуассона прогнозирования счетной переменной. Сравнение качества прогноза при добавлении взаимодействий в прогнозную модель. Оценка влияния факторов на качество прогнозной модели. Подготовка к экзамену.
5	Самостоятельное задание: построение модели экспоненциальной регрессии прогнозирования продолжительности жизни объекта в Wolfram Mathematica. Построение модели пропорциональных интенсивностей Кокса. Оценка вероятности смерти объекта в течение 10 лет. Оценка качества построенных моделей. Подготовка к экзамену.

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

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Методы прогнозирования» используются как традиционные образовательные технологии, так и технологии, предусматривающие активные и интерактивные методы обучения.

Все практические занятия проводятся в компьютерной аудитории в форме выполнения расчетно-графических заданий. Активно используются обсуждения вариантов постановки задач, методов решения, возможных подходов к их компьютерной реализации. Совместно с обучающимися разрабатывается пошаговый план решения поставленной задачи. Решение ИЗК (индивидуальное задание, выполняемое на компьютере) реализуется средствами Wolfram Mathematica.

Проводится обсуждение адекватности вариантов полученного решения. Проводится совместное обсуждение корректности и возможности применения метода к другим практическим задачам.

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
1. Светуньков И.С. Методы социально-экономического прогнозирования: в 2 т. Т. 1 теория и методология : учебник и практикум / И.С. Светуньков, С.Г. Светуньков. — Электрон. дан.— М. : Издательство Юрайт, 2019. — 351 с.	ооновная	–	ЭБС Юрайт
2. Невская Н.А. Макроэкономическое планирование и прогнозирование: в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум . — 2-е изд., испр. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 310 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
3. Красс М.С. Математика в экономике: математические методы и модели : учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов ; отв. ред. М.С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 541 с. – Имеются другие года издания. – Сведения доступны также по Интернету: ЭБС Юрайт.	дополнительная	6	ЭБС Юрайт
4.Вавилов С.А. Финансовая математика. Стохастический анализ : учебник и практикум / С.А. Вавилов, К.Ю. Ермоленко. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 244 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)
4	Wolfram Mathematica 12 (Сублицензионный договор № 328/20 от 20.08.2020г.)
5	Python 3.7.4 (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.