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 2018 г.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

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

Составитель:
_____/ к.ф.-м.н., доцент Лебедева Л.Н.

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....5
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....6
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 ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ....10

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: Получение обучающимися достаточных теоретических знаний и развитие практических навыков построения математических моделей.

Задачи:

— ознакомление с современными подходами к построению математических моделей;

— формирование практических навыков построения математических моделей;

— формирование практических навыков качественного и количественного анализа математических моделей с использованием современных информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.09 «Математическое моделирование» относится к вариативной части Блока 1 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)
1	2	3
ОПК-3 способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования	Второй уровень (углубленный) (ОПК-3)-1	Декомпозиция 1 Знать: основные подходы к построению математических моделей, методы их анализа З2(I) (ОПК-3) Уметь: строить математические модели статических и динамических систем, выполнять их качественный и количественный анализ У2(I) (ОПК-3) Владеть навыками применения и разработки программных систем для анализа математических моделей В2(I) (ОПК-3)

Код и наименование компетенции выпускника	Этапы формирования компетенций	Планируемые результаты обучения/индикаторы достижения компетенций (показатели освоения компетенции)
систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям		
ПК-2- - способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2	Декомпозиция 4 Знать: основные принципы применения современного математического аппарата к построению математических моделей З(IV) (ПК-2) Уметь: выполнять параметрическую идентификацию и анализ математических моделей У(IV) (ПК-2) Владеть: навыками применения современного математического аппарата к построению и анализу математических моделей В(IV) (ПК-2)

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 5 семестре.

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

Таблица 4.1 – Распределение фонда времени по темам дисциплины

Номер и наименование тем	Объем дисциплины (ак. часы)			
	Контактная работа			СРО
	ЗЛТ	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5
Тема 1. Введение. Цели и задачи курса. Моделирование как метод познания. Основные понятия математического моделирования.	2	-		6
Тема 2. Системный подход к построению математических моделей. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей.	4	6		6
Тема 3. Статические модели экономических систем. Производственные функции. Основные типы макроэкономичеких производственных функций. Оценивание параметров. Балансовые модели. Модель Леонтьева.	2	4		8
Тема 4. Динамические модели сложных систем. Качественный и численный анализ модели. Состояния равновесия. Предельные циклы. Модель Солоу. Модель Самуэльсона-Хикса. Хаотические режимы в детерминированных динамических системах. Аттрактор Лоренца.	4	4		8
Тема 5. Метод системной динамики. Основные понятия и область применения метода. Структура моделей системной динамики. Потоковые диаграммы как инструмент анализа поведения сложных систем. Основные этапы разработки модели системной динамики.	4	4		12
Тема 6. Динамические модели с распределенными параметрами. Примеры. Численный анализ.	4	10		8
Тема 7. Примеры математических моделей сложных систем	2	4		6
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. Цели и задачи курса. Предмет математического моделирования. Моделирование как метод познания. Виды моделирования. Классификация моделей. Этапы построения математической модели.

Тема 2. Системный подход к построению математических моделей. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем.

Тема 3. Статические модели экономических систем. Производственные функции. Основные типы макроэкономичеких производственных функций. Оценивание параметров. Балансовые модели. Модель Леонтьева.

Тема 4. Динамические модели экономических систем. Качественный и численный анализ модели. Состояния равновесия. Предельные циклы. Модель Солоу. Модель Самуэльсона-Хикса. Хаотические режимы в детерминированных динамических системах. Аттрактор Лоренца.

Тема 5. Метод системной динамики. Основные понятия и область применения метода. Структура моделей системной динамики. Потоковые диаграммы как инструмент анализа поведения сложных систем. Основные этапы разработки модели системной динамики.

Тема 6. Динамические модели с распределенными параметрами. Примеры. Численный анализ.

Тема 7. Примеры моделей социально-экономических и экологических систем Инструментальные средства для построения и анализа моделей.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

	Наименование занятий	Вид занятия / Оценочное средство
2	ПЗ 1. Применение системного подхода к построению математической модели	ПЗ: Решение практических задач
	ПЗ 2. Синтез модели статической системы через анализ	
3	ПЗ 3. Производственные функции. Нахождение параметров.	ПЗ: Решение практических задач
	ПЗ 4. Анализ производственной функции	
	ПЗ 5. Модель Леонтьева	
4	ПЗ 6. Модель Солоу	ПЗ: Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере Контрольная работа
	ПЗ 7. Модель Самуэльсона-Хикса	
	ПЗ 8. Аттрактор Лоренца	
	Контрольная точка №1	
5	ПЗ 9. Основные элементы модели системной динамики	ПЗ: Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере
	ПЗ 10. Причинно-следственные диаграммы	
	ПЗ 11. Применение системно-динамического подхода к построению и анализу моделей	
6	ПЗ 12-13. Динамические модели с распределенными параметрами	ПЗ: Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере Контрольная работа
	Контрольная точка №2	

7	ПЗ 14-15. Примеры моделей социально-экономических и экологических систем	ПЗ: Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере

*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

№ темы	Вид самостоятельной работы
1	Работа с литературой по дисциплине
	Подготовка к экзамену
2	Работа с литературой по дисциплине
	Освоение возможностей программной системы
	Выполнение практических заданий
	Подготовка к экзамену
3	Работа с литературой по дисциплине
	Освоение возможностей программной системы
	Выполнение практических заданий
	Подготовка к экзамену
4	Работа с литературой по дисциплине
	Освоение возможностей пешеходной библиотеки
	Выполнение практических заданий
	Выполнение индивидуального задания, оформление отчета, подготовка к защите ИЗ
	Подготовка к экзамену
5	Работа с литературой по дисциплине
	Выполнение индивидуальных заданий, оформление отчета
	Подготовка к экзамену
6	Работа с литературой по дисциплине
	Освоение возможностей дорожной библиотеки
	Выполнение практических заданий
	Выполнение проектно-аналитической работы, оформление отчета, подготовка к защите
	Подготовка к экзамену
7	Работа с литературой по дисциплине
	Выполнение практических заданий, оформление отчета
	Подготовка к экзамену

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

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- лекция-дискуссия (тема № 1, тема № 2);
- проблемная лекция (темы № 4-7);
- анализ конкретных ситуаций (темы № 3-7).

Использование активных и интерактивных методов обучения позволяет обучающимся лучше усваивать материал, повышает вовлеченность в образовательный процесс.

Анализ конкретных ситуаций предполагает анализ предложенной ситуации, построение имитационной модели, проведение имитационного экспериментов, анализ и интерпретацию результатов моделирования.

При организации проблемной лекции подразумевается, что в начале и по ходу изложения учебного материала создаются проблемные ситуации и вовлекаются слушатели в их анализ. Участвуя в решении проблемы, обучаемые самостоятельно могут прийти к тем выводам, которые должны быть сообщены в качестве новых знаний.

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. Лобанов А.И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник / А.И. Лобанов, И.Б. Петров. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 255 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
2. Гармаш А.Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 328 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
3. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум / под ред. Е.В. Стельмашонок. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 289 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
4. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие / В.Н. Волкова [и др.] ; под ред. В.Н. Волковой. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 295 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
5. Моделирование систем и процессов : учебник / В.Н. Волкова [и др.] ; под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 450 с.	дополнительная	–	ЭБС Юрайт
6. Салина Т.К. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : практикум .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2019 .— 83 с. — Сведения доступны также по Интернету: opac.unecon.ru .	дополнительная	35	ЭБ OPAC.UNECON.RU

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)
6	AnyLogic PLE (свободно распространяемое ПО)

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 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.