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» августа 20 18 г.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Рабочая программа дисциплины

Направление подготовки	38.03.01 Экономика
Направленность (профиль) программы	Математические методы и статистический анализ
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....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....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....8

10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ....9

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ....9

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: Получение студентами достаточных теоретических знаний и развитие у студентов практических навыков построения имитационных моделей с использованием современных программных систем.

Задачи:

ознакомление с современными подходами к построению имитационных моделей;

формирование навыков применения программных систем для проведения имитационного эксперимента;

формирование у студентов навыков калибровки моделей и проверки их адекватности;

ознакомление с методами планирования имитационного эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 «Имитационное моделирование» относится к выборным дисциплинам Блока 1, и является обязательной для освоения обучающимся после их выбора.

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
ПК-4 способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты	Третий уровень (продвинутый) (ПК-4)-3	Знать: основные методы построения имитационных моделей социально-экономических процессов и систем З3(2) (ПК-4) Уметь: выполнять анализ и интерпретацию результатов имитационного эксперимента У3(2) (ПК-4) Владеть: навыками построения имитационных моделей В3(2) (ПК-4)
ПК-8 способностью использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии	Второй уровень (углубленный) (ПК-8)-2	Знать: современные технологические решения и инструментальные средства для построения имитационных моделей З2 (6) (ПК-8) Уметь: выполнять обоснованный выбор инструментальных средств для построения имитационных моделей У2 (6) (ПК-8) Владеть: навыками построения имитационных моделей с использованием современных инструментальных средств и информационных технологий. В2(6) (ПК-8)

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов, из которых 36 часов самостоятельной работы обучающегося отводится на подготовку и защиту экзамена.

Форма промежуточной аттестации: экзамен - 8 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. Введение. Цели и задачи курса. Предмет имитационного моделирования. Основные понятия имитационного моделирования.	4	-		12
Тема 2. Разработка имитационных моделей. Инструментальные средства для построения имитационных моделей.	4	4		16
Тема 3. Метод статистических испытаний Монте-Карло. Генерирование псевдослучайных последовательностей с заданным законом распределения.	6	4		16
Тема 4. Дискретно-событийное моделирование. Модели систем массового обслуживания. Построение имитационных моделей СМО в среде AnyLogic	8	6		16
Тема 5. Метод системной динамики. Инструментальные средства построения моделей системной динамики	8	6		16
Тема 6. Агентные модели. Основные принципы агентного моделирования. моделей в среде Anylogic. Оценка результатов моделирования и целевых свойств модели: адекватности, устойчивости.	8	8		16
Тема 7. Виды имитационных экспериментов. Эксперименты варьирования параметров, калибровки. Анализ чувствительности модели. Оптимизационные эксперименты.	4	2		16
Всего по дисциплине:	42	30		108

*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 имитационного моделирования. Моделирование как метод познания. Виды моделирования. Этапы построения имитационной модели. Основные понятия имитационного моделирования. Модельное время.

Тема 2. Разработка имитационных моделей. Инструментальные средства для построения имитационных моделей. Сравнительная характеристика средств разработки имитационных моделей. Основы работы с системой AnyLogic.

Тема 3. Метод статистических испытаний Монте-Карло. Виды вероятностных распределений, используемых в имитационном моделировании. Генерирование псевдослучайных последовательностей с заданным законом распределения. Статистические проблемы имитационного моделирования.

Тема 4. Дискретно-событийное моделирование. Модели систем массового обслуживания. Основные параметры и характеристики моделей СМО. Имитационный анализ СМО. Построение имитационных моделей СМО в среде AnyLogic.

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. Инструментальные средства построения моделей системной динамики.

Тема 6. Агентные модели. Основные принципы агентного моделирования. Диаграммы состояний. Создание агентных моделей в среде Anylogic. Оценка результатов моделирования и целевых свойств модели: адекватности, устойчивости.

Тема 7. Имитационные эксперименты. Виды имитационных экспериментов. Эксперименты варьирования параметров, калибровки. Анализ чувствительности модели. Оптимизационные эксперименты. Обработка и интерпретация результатов эксперимента.

6. ЗАНЯТИЯ СЕМИНАРСКОГО ТИПА

Таблица 6.1 – Практические занятия / Семинарские занятия / Лабораторные работы

№ темы	Практические занятия	
	Наименование занятий	Вид занятия / Оценочное средство
2	ПЗ 1-2. Интерфейс системы AnyLogic. Элементы программирования в системе AnyLogic.	ПЗ. Решение заданий, выполняемых на компьютере
3	ПЗ 3. Генерирование псевдослучайных последовательностей с заданными законами распределения.	ПЗ. Решение заданий, выполняемых на компьютере
	ПЗ 4. Применение метода Монте-Карло для решения детерминированных задач	
4	ПЗ 5. Моделирование одноканальной СМО. Визуализация результатов моделирования	ПЗ. Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере КТ№1
	ПЗ 6. Моделирование многоканальной СМО.	
	ПЗ 7. Разработка моделей с использованием пешеходной библиотеки	
5	ПЗ 8. Основные элементы модели системной динамики	ПЗ. Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере
	ПЗ 9. Модель распространения инноваций	
	ПЗ 10. Модели экономического роста. Экспорт данных и калибровка модели	
6	ПЗ 11. Диаграммы состояний. Виды переходов.	ПЗ. Решение задач кейсового типа в форме задания, выполняемого на компьютере КТ№2
	ПЗ 12. Построений агентной модели (непрерывное пространство)	
	ПЗ 13. Построений агентной модели (дискретное пространство)	
	ПЗ 14. Разработка моделей с использованием дорожной библиотеки	
7	ПЗ 15. Имитационный эксперимент варьирования параметров и анализ чувствительности. Оптимизационный эксперимент.	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
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

№ темы	Вид самостоятельной работы
	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 «Имитационное 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 № 4-6);

анализ конкретных ситуаций (темы № 3-6).

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. Вьюненко Л.Ф. Имитационное моделирование : учебник и практикум / Л.Ф.Вьюненко, М.В.Михайлов, Т.Н.Первозванская ; под ред. Л.Ф.Вьюненко .— Москва : Юрайт, 2019 .— 283 с. – Имеются другие года издания. – Сведения доступны также по Интернету: ЭБС Юрайт.	основная	5	ЭБС Юрайт
2. Акопов А.С. Имитационное моделирование : учебник и практикум . — Электрон. дан. — М. : Издательство Юрайт, 2019 .— 389 с.	основная	–	ЭБС Юрайт
3. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие . — Электрон. дан. — Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014 .— 254 с.	дополнительная	–	ЭБС ZNANIUM

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.

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.