

**Правительство Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет бизнеса и менеджмента
Школа логистики
Кафедра информационных систем и технологий в логистике

**Рабочая программа дисциплины
Имитационное моделирование социально-экономических систем**

для уровня подготовки – магистратура

Разработчик программы
Лычкина Наталья Николаевна, к.э.н., доцент

nlychkina@hse.ru

Одобрена на заседании кафедры информационных систем и технологий в логистике
«27» августа 2015 г.

Зав. кафедрой Новиков В.Э.

Рекомендована секцией УМС

«__» _____ 20 г

Председатель

Утверждена Первым проректором НИУ ВШЭ

«__» _____ 20 г.

Первый проректор Радаев В.В. _____

Москва, 2015

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.

1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов, изучающих дисциплину «Имитационное моделирование социально-экономических систем».

2 Цели освоения дисциплины

Дисциплина имеет целью рассмотрение широкой проблематики в области менеджеральных, экономических, социальных исследований и анализа структурной и динамической сложности организационных и социально-экономических систем с применением методов системного анализа и технологий компьютерного имитационного моделирования. Формат проведения курса предусматривает междисциплинарное изучение методов моделирования сложных комплексных проблем управления, экономики и социологии, анализа и синтеза организационных и социально-экономических систем, и конвергентное взаимодействие специалистов в области социально-экономических исследований и современных компьютерных технологий системного моделирования.

Аннотация дисциплины.

В условиях возрастающей структурной и функциональной сложности объектов управления, динамических изменений, происходящих во внешней среде, для принятия эффективных управленческих решений знаний и интуиции экспертов недостаточно, чтобы оценивать последствия реализации того или иного решения. Сложные социально-экономические и организационные системы контринтуитивны, состоят из множества взаимосвязанных элементов, в которых действует большое количество факторов различной природы, включая риски и неопределенность, причина и следствие в таких системах разнесены во времени и пространстве, краткосрочные решения требуют согласования с долгосрочными прогнозами. Сегодня имитационное моделирование является эффективным и зачастую единственным методом исследования социально-экономических систем и решения сложных управленческих проблем, существенно расширяющим выразительную способность и области применения математического моделирования. Компьютерная модель, воспроизводящая структуру и динамику (поведение) управляемого объекта (организация, город, общественные системы) является инструментом в руках топ-менеджмента, экономиста, государственного служащего, ответственных за выработку и принятие управленческих решений стратегического и ситуационного характера, технологией управленческого консультирования, менеджерского и социального проектирования. Мировая практика законодательно закрепляет опережающее применение имитационного моделирования в задачах обоснования ответственных проектов государственного и отраслевого масштаба, инвестиционного планирования в создании крупномасштабных социо-технических систем. Консультационные и промышленные компании во всем мире широко применяют имитационное моделирование в управленческом консультировании и инжиниринге организационных систем, бизнес-планирование любого хозяйственного объекта осуществляется на основе его имитационной модели.

Целями освоения дисциплины «Имитационное моделирование социально-экономических систем» являются: познакомить слушателей с основами системного мышления и методом имитационного моделирования; современными парадигмами имитационного моделирования: процессным подходом, системной динамикой, многоагентным компьютерным моделированием; широким спектром приложений этих методов в области исследования социально-экономических и организационных систем, а также предоставить возможность практически освоить высокотехнологические системы моделирования (на примере симулятора AnyLogic), доступные для восприятия и самостоятельного применения, в силу развитых идеографических (блочных, диаграммных) интерфейсов и методов визуализации и анимации поведения систем, менеджерам, экономистам, социологам, ИТ-специалистам, и научиться применять их для разработки моделей в предметной области своих исследований.

Имитационное моделирование – это междисциплинарная, интегративная деятельность, требующая применения как профессиональных знаний в предметной области исследования, глубокое, системное понимание проблематики управления сложными социально-экономическими системами, так и методов прикладного системного анализа, статистической обработки данных, а также технологий работы с современными программными средами. Это сложная деятельность, ориентированная на подготовку системных аналитиков, но именно она замыкает контур обратной связи в обучении, активизирует знания, «проверяет на прочность» ментальные модели будущих менеджеров, социологов, исследователей.

Процессные парадигмы имитационного моделирования сегодня – основа инжиниринговой деятельности в организационном проектировании (архитектура организации), логистическом инжиниринге, – в рамках дисциплины будет рассмотрен широкий спектр приложений в области реинжиниринга бизнес-процессов, проектировании логистических, транспортных и других систем (демонстрация промышленных прототипов).

В теоретической части курса большое внимание уделено освоению моделей и методов системной динамики. Сегодня системная динамика (systemdynamics.org), которую осваивают во всех престижных бизнес-школах и магистерских программах за рубежом, демонстрирует новый вид системного мышления у менеджеров и управленцев. Обучение сопровождается знакомством с фундаментальными работами Дж. Форрестера «Индустриальная динамика», «Динамика города», «Мировая динамика», работами наиболее ярких его последователей Дж. Стермана (Слоуановская бизнес-школа MIT: «системное мышление для менеджеров»), Ким Уоррена (Лондонская бизнес-школа: – «стратегическая архитектура организации») и др. Обучение сопровождается демонстрационно-обучающими комплексами, деловыми имитационными играми, активизирующими восприятие и усвоение материала.

Зарождающее сегодня в крупнейших мировых научных центрах направление по многоагентному компьютерному моделированию в социальных и экономических системах, основано на междисциплинарных исследованиях в области компьютерных технологий и искусственного интеллекта, поведенческой экономики, когнитивной психологии, и имеет приложения в области моделирования финансовых и потребительских рынков, социального поведения, стратегий конкуренции и сотрудничества в экономических системах; - поэтому участие в групповых проектах по созданию многоагентных моделей студентов различных специализаций может оказаться очень полезным.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретико-методологические основы системного анализа;
- метод и технологию имитационного моделирования;
- процессный, системно-динамический и агентный подходы в имитационном моделировании;
- методы организации вычислительного эксперимента на имитационной модели;
- этапы реализации проекта имитационного исследования;
- основные области применения имитационного моделирования в менеджменте, экономике и социологии.

Уметь:

- создавать имитационные модели с использованием системы Anylogic;
- корректно выполнять сбор и анализ статистических показателей моделируемых процессов;
- определять задачи и проводить имитационный эксперимент;

- использовать OptQuest для параметрической оптимизации моделируемых систем;
- проводить статистический анализ и интерпретацию результатов имитационного эксперимента для выбора наилучшего варианта организации системы;
- проводить и интерпретировать результаты сценарных исследований на имитационной модели.

Владеть:

- методами формирования требований на разработку и концепции имитационной модели и проведения имитационного исследования;
- методами формализации и описания социально-экономических процессов в исследуемой системе на основе процессного, системно-динамического, агентного, или комбинированного подходов;
- инструментами имитационного моделирования для решения практических задач в области управления и социально-экономического исследования;
- методами принятия решений на основе результатов имитационного исследования.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной	УК-1	Применяет методы системного мышления и анализа для решения задач социально-экономической проблематики; Владеет современными компьютерными технологиями анализа и экспериментального исследования социально-экономических процессов;	Работа в проектных группах по созданию и применению имитационных моделей в управленческом консультировании и социально-экономических исследованиях, тренинги по освоению современных технологий имитационного моделирования, анализ бизнес-кейсов и деловых ситуаций, деловые игры и симуляции, тренажеры по изучению фундаментальных работ Дж. Форрестера «Динамика предприятия», «Динамика города», «Мировая динамика», демонстрация промышленных прототипов.
Способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области	УК-2	Структурирует сложную проблематику социально-экономических исследований и формулирует цели и общую концепцию системного моделирования явлений и процессов;	Дискуссии и анализ реальных проблем
Способен решать проблемы в профессиональной деятельности на основе анализа и синтеза	УК-3	Владеет методами анализа и синтеза социально-экономических систем; Применяет методы и современные технологии имитационного моделирования для решения поставленных задач.	Работа в проектных группах по созданию и применению имитационных моделей в управленческом консультировании и социально-экономических исследованиях
Способен работать с ин-	УК-5	Владеет системной методологи-	Работа в проектных группах

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
формацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода)		ей для анализа социально-экономических процессов и методами сбора структурированной (количественной) и слабоструктурированной (экспертиза, социологические опросы) информацией, необходимой для построения имитационной модели объекта исследования; Владеет методами проведения экспертной ревизии и экспертизы имитационных моделей, способами подготовки и согласования сценариев, анализа результатов экспериментального исследования на компьютерных моделях.	по созданию и применению имитационных моделей в управленческом консультировании и социально-экономических исследованиях, тренинги по освоению современных технологий имитационного моделирования, анализ бизнес-кейсов и деловых ситуаций, деловые игры и симуляции, тренажеры по изучению фундаментальных работ Дж. Форрестера «Динамика предприятия», «Динамика города», «Мировая динамика», демонстрация промышленных прототипов.
Способен вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	УК-6	Умеет структурировать проблематику, идентифицировать структурные и динамические аспекты исследуемого объекта, формулировать цели и задачи моделирования, обосновывает способ и метод моделирования для решения поставленных задач; применяет методы верификации разработанных имитационных моделей социально-экономических процессов.	Работа в проектных группах по созданию и применению имитационных моделей в управленческом консультировании и социально-экономических исследованиях
Способен работать в команде	УК-7	Владеет навыками ведения проекта по имитационному моделированию в социальных исследованиях, формирует коммуникации в проекте между экспертами, системными методологами, программистами, математиками; владеет технологиями и принципами организации форсайта и социального проектирования с применением методов целеполагания и компьютерного сценарного исследования.	Работа в проектных группах
Способен критически воспринимать, обобщать, анализировать профессиональную информацию	ПК-2	Способен выбирать и применять адекватные методы моделирования для исследования объектов сложной структуры и динамики, в условиях действия стохастических факторов и факторов неопределенности	Сбор и анализ информации для проекта по имитационному моделированию

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен анализировать социально-значимые проблемы и процессы с беспристрастностью и научной объективностью	ПК-3	Понимает генезис и особенности переходных процессов, процессов развития и структурных изменений, поведенческие аспекты и формирует адекватные подходы к исследованию явлений сложной и системной проблематики	Дискуссии и анализ реальных проблем
Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ПК-5	Анализирует аналогии естественных и социально-экономических систем, имеет представление о равновесии, развитии, эволюции и самоорганизации в социально-экономических системах; Выбирает и применяет методы компьютерного имитационного моделирования для анализа социально-экономических явлений и процессов адаптации, эволюции, развития, самоорганизации в социально-экономических системах; Владеет методами экспериментального исследования с применением технологий компьютерной симуляции, апробирует научные гипотезы поведенческой и экспериментальной экономики с применением компьютерного моделирования и эксперимента.	Дискуссии и анализ реальных проблем с применением методологий системно-динамического и агентного моделирования, анализ прототипов имитационных моделей экономических систем
Способен самостоятельно формулировать цели, ставить конкретные задачи научных исследований в различных областях социологии и решать их с помощью современных исследовательских методов	ПК-6	Формулирует корректно цели исследования исходя из существа решаемых проблем и специфики исследуемых социально-экономических процессов; Применяет методы системно-динамического и агентного компьютерного моделирования в различных областях социологии и экономики, организационных науках.	Работа в малых исследовательских группах с конкретной проблематикой Тренинги по освоению современных сред компьютерного имитационного моделирования, рассмотрение бизнес-кейсов на основе симуляций.
Способен обрабатывать и анализировать данные для подготовки аналитических решений, экспертных заключений и рекомендаций	ПК-10	Документирует результаты управленческого консультирования с применением моделирования; Применяет результаты экспертных панелей, ревизий, анализа данных, подготовки сценариев	Работа в малых исследовательских группах с конкретной проблематикой

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		для проведения аналитических исследований на основе имитационных моделей, формирует научно-практические рекомендации на основе проведенных сценарных исследований и результатов моделирования.	
Способен участвовать в аналитической и консалтинговой деятельности	ПК-12	Знает технологию имитационного моделирования и его возможности в осуществлении аналитической и консультационной деятельности и проектах.	Работа в проектных группах по созданию и применению имитационных моделей в управленческом консультировании и социально-экономических исследованиях
Способен использовать методы сбора, обработки и интерпретации комплексной социальной информации для решения организационно-управленческих задач, в том числе находящихся за пределами непосредственной сферы деятельности	ПК-13	Знает методы сбора социальной информации и ее инкапсуляции в проекты по имитационному моделированию; Анализирует генезис социальных явлений и социального и экономического поведения, применяет теоретические и экспериментальные данные для спецификации агентов в компьютерных моделях микромиров.	Дискуссии и анализ реальных проблем с применением методологий системно-динамического и агентного моделирования, анализ прототипов имитационных моделей экономических систем

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

МАГОЛЕГО

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Краткий экскурс в системный анализ и моделирование	4	4			
2	Метод и технология имитационного моделирования	18	4		4	10
3	Процессное имитационное моделирование и его приложения в менеджменте.	22	8		4	10
4	Модели и методы системной динамики: наиболее существенные приложения в менеджменте.	26	10		6	10
5	Системно-динамические модели социально-экономических процессов	24	8		6	10

6	Многоагентное имитационное моделирование и поведенческая экономика	18	4		4	10
7	«Электронное правительство»: когнитивные центры и аналитика стратегического планирования	2	2			
	Итого	114	40		24	50

6 Формы контроля знаний студентов

Дисциплина изучается в течение 3 и 4 модуля. Трудоемкость курса: 114 часов, 3 кредита.

В процессе обучения слушатели под контролем преподавателя выполняют компьютерный тренинг по работе в высокотехнологичной системе имитационного моделирования AnyLogic и выполнение типовых заданий.

В процессе обучения слушатели выполняют проект по моделированию в выбранной предметной области, который включает анализ проблематики, формирование целей и концепции построения имитационной модели выбранного объекта моделирования, программную реализацию имитационной модели (предприятия, логистической системы, социально-экономических процессов), проведение экспериментального исследования на разработанной имитационной модели и интерпретацию полученных результатов моделирования с целью выработки научно-обоснованных рекомендаций и принятия управленческих и инженеринговых решений. Возможно также выполнение работ научно-исследовательского характера, связанных с исследованием проблематики, процессов функционирования и развития в социально-экономических системах, анализом литературы в области исследования и модельной идентификации поведения экономических и социальных агентов. Подготовленный проект публично защищается во время итоговой аттестации по дисциплине.

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Оценка по результатам проекта по имитационному моделированию включает оценку по системной структуризации актуальной проблематики и моделируемых социально-экономических процессов, формированию общей концепции построения системно-динамической модели объекта, владение современными методами и компьютерными технологиями имитационного моделирования, корректное проведение экспериментального исследования на разработанной имитационной модели и адекватную и содержательную интерпретацию полученных результатов самостоятельно проведенного научного исследования.

Оценки по всем формам текущего и итогового контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Осуществляется дистанционная поддержка слушателей программы, включая выдачу учебных материалов лекций, материалов тренинга, дистанционное консультирование и проверка промежуточных этапов работ через специально-созданный портал и форум дисциплины.

7 Содержание дисциплины

Раздел 1. *Краткий экскурс в системный анализ и моделирование*

Социально-экономические системы, как объекты моделирования. Прикладной системный анализ, кибернетика, синергетика и теоретико-методологический базис исследования структуры и динамики социально-экономических систем.

Раздел 2. *Метод и технология имитационного моделирования*

Тема 2.1. *Сущность метода имитационного моделирования.* Метод имитационного моделирования и его особенности. Представление структуры и динамики моделируемой системы в имитационной модели. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного

времени. Дискретные и непрерывные имитационные модели. Возможности, области применения имитационного моделирования.

Тема 2.2. *Парадигмы имитационного моделирования.*

Процессно-ориентированные дискретные имитационные модели: системы массового обслуживания, базовые объекты в процессных моделях – заявки, серверы, очереди. События и модельное время. Сбор и анализ статистической информации по результатам имитационного эксперимента с дискретными моделями.

Модели системной динамики: общая структура моделей системной динамики. Содержание базовой концепции структуризации. Основные понятия. Поточковая стратификация. Диаграммы причинно-следственных связей и потоковые диаграммы моделей. Основные этапы технологии системной динамики.

Агентное моделирование. Агентный подход: новая парадигма и инновационные инструменты компьютерного моделирования. ABMS: базовая концепция, принципы и логика построения многоагентных компьютерных моделей. Понятие агента и его характеристики (атрибуты, правила поведения, память, ресурсы, правила принятия решений, эволюция и обучение). «Возникающее» поведение как результат взаимодействия элементов сложной системы между собой и внешней средой. Агенты обучающиеся и интеллектуальные. Парадигма и принципы построения агентных моделей. Методы спецификации экономических и социальных агентов. Особенности программной реализации агентных моделей и поддерживающие среды компьютерного моделирования. Основы практического подхода по созданию многоагентных моделей в инструментальной среде AnyLogic. Стейчарты.

Тема 2.3. *Технологические этапы разработки и применения имитационных моделей.*

Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели. Формализация и компьютерная реализация имитационной модели. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели. Анализ результатов моделирования и принятие решений. Математические методы и вычислительные процедуры принятия решений в имитационном исследовании. Сценарное планирование.

Содержание деятельности системного аналитика: практические основы создания и применения имитационного моделирования.

Тема 2.4. *Инструментальные средства имитационного моделирования.* Современные технологии имитационного моделирования.

Назначение языков и систем моделирования. Классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Технологические возможности современных систем моделирования. Выбор системы моделирования. Компьютерный практикум по разработке имитационных моделей в Anylogic.

Развитие технологии системного моделирования. Современные тенденции в имитационном моделировании.

Раздел 3. *Процессное имитационное моделирование и его приложения в менеджменте.*

Наиболее существенные приложения процессно-ориентированного имитационного моделирования: моделирование и анализ поведения бизнес-процессов, логистика и цепи поставок, операционный и производственный менеджмент, проектирование транспортной инфраструктуры и др. Современные технологии цифрового производства и реализация концепций бережливого производства: промышленные решения.

Раздел 4. *Модели и методы системной динамики: наиболее существенные приложения в менеджменте.*

Историческое развитие основополагающих проектов: Дж. Форрестер «Динамика предприятия». Структура, базовые потоки динамической модели предприятия. Системно-динамическая модель цепи поставок предприятия. Пример производственно-сбытовой системы: организационная структура и диаграмма потоков и уровней. Реакция и колебания производственно-сбытовой системы. «Пивная игра» Дж. Стермана и модели адаптивной цепочки поста-

вок. Интерактивные имитационные игры как эффективная методика управленческого образования.

Механизмы корпоративного роста в работах Дж. Стермана. Стратегическая архитектура и теория динамической стратегии по Уоррену. Динамическая система сбалансированных показателей. Кейс и деловая игра «Стратегическая архитектура предприятия». Расширение области применения динамических моделей в корпоративном управлении. От системного мышления менеджеров – к реализации корпоративных аналитических приложений на основе имитационных моделей. Применение системной динамики в сфере управленческого консалтинга и стратегического менеджмента. Управленческий консалтинг и системное мышление. Разработка методик управленческого консалтинга.

Основные шаблоны корпоративных решений: Стратегическая архитектура и динамика предприятия; Бюджетинг и управление финансовыми потоками; Управление производственной программой. Комплексное управление логистическими процессами на предприятии; Управление общефирменной сбытовой сетью. Формирование маркетинговой стратегии. Анализ динамики рынка; Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов. Реинжиниринг. Управление персоналом; Отраслевые и межотраслевые проекты.

Кейсы: Маркетинг. Жизненный цикл продукта. Логистика. Управление персоналом. Финансовые потоки предприятия.

Раздел 5. Системно-динамические модели социально-экономических процессов.

От корпоративной динамики к социальной. Дж. Форрестер и его работы: «Динамика развития города», «Мировая динамика»: Демонстрационные комплексы по изучению моделей.

Теория городских взаимодействий Дж. Форрестера. Общая структура и основные подсистемы подсистемы (деловая (предпринимательская) сфера, жилой фонд и население) модели городской системы. Поточковая диаграммы и логика взаимодействия подсистем модели городской системы: демонстрационно-обучающий комплекс. Анализ жизненного цикла города и недостатков административных программ оздоровления города и возрождение города с помощью имитационной модели города.

Компьютерное моделирование социально-экономических процессов. Особенности социально-экономических систем, как объектов моделирования. Типы отношений в описании социально-экономических систем. Регион, как объект моделирования: системное моделирование социо-эколого-экономических процессов. Структура социально-экономической системы и показатели социально-экономического развития региона, основные виды регуляторов для территориальных систем.

Дж. Форрестер «Мировая динамика», Д. Медоуз "Пределы роста". Общая проблематика исследования и системно-динамическое моделирование мировых систем и национальных экономик. Общая структура, логика обратных связей, системная поточковая диаграмма модели мировой системы. Сценарии развития мировой системы.

Синергетика и имитационное моделирование развивающихся социально-экономических систем. Динамические модели городов, регионов, социальной сферы и др.: кейсы. Стратегическое планирование в государственном и территориальном управлении: аналитика и решения на основе имитационного моделирования и сценарного подхода.

Раздел 6. Многоагентное имитационное моделирование и поведенческая экономика.

Практическое применение многоагентных моделей и систем в сфере экономики и управления. Человек, принимающий решение: ограниченно рациональные агенты, агенты обучающиеся и интеллектуальные.

Агентные модели конкуренции и сотрудничества. Динамика рынка. Потребительские рынки и модели поведения клиентов. Агентно-ориентированные модели в сфере логистики, координация участников цепи поставок и стратегии сотрудничества. Агентные модели конкуренции. Агентная модель фондового рынка (структура экономического окружения, правила поведения агентов, механизмы формирования цены и трейдинговые поведения агентов).

Приложения агентного моделирования в социальных системах. Поведение человека и общество. Номо Economicus и Номо Sociologicus - новые подходы к моделированию общественных систем. Искусственные сообщества. Агентно-ориентированная экономика (ABE). Агентно-ориентированное общество (ABS).

Раздел 7. *«Электронное правительство»: когнитивные центры и аналитика стратегического планирования.*

Системы поддержки принятия решений (DSS) для региональных и федеральных органов власти. Концепция «Электронное правительство». Архитектура систем поддержки принятия решений, основные источники информации, большие данные и анализ структурированной и слабоструктурированной информации. Мониторинг социально-экономического развития. Аналитика стратегического планирования. Моделирование целей, онтологии и технологии форсайта. Экспертиза, управление знаниями и когнитивная составляющая процесса принятия решений. Системное моделирование социально-экономических процессов. Методы генерации сценариев и динамический компьютерный сценарный анализ на основе обобщенной имитационной модели объекта управления. Модели баланса интересов. Системы принятия решений для первых лиц (EIS). Ситуационные и стратегические центры. Информационно-аналитическая поддержка стратегического контроллинга.

Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии: лекции, практические занятия и компьютерный тренинг освоению системы моделирования, проведение деловых имитационных игр, изучение промышленных прототипов, демонстрационно-обучающие комплексы по фундаментальным работам Дж. Форрестера, научные дискуссии, мастер-классы, разбор кейсов, тренинг по освоению системы моделирования и решение типовых задач на практических занятиях.

8 Образовательные технологии

Формами обучения являются лекционные занятия, компьютерный практикум, предполагающий аудиторную и самостоятельную работу, анализ кейсов применения имитационного моделирования для решения экономических задач, (из консультационной практики, промышленные прототипы, материалы конференций ИММОД, WinterSim, международного общества системной динамики), деловые имитационные игры, активизирующие системное мышление. В рамках дисциплины студенты выполняют проект, предполагающий решение задачи в самостоятельно выбранной предметной области с использованием метода имитационного моделирования.

Используемая в педагогическом процессе образовательная технология ориентирована на сформулированные в п.2 цели освоения дисциплины. Она интегрирует методы традиционного обучения и активной работы студентов во время практических занятий с применением деловых имитационных игр, информационных систем моделирования, формирует навыки проектной коллективной деятельности.

Мониторинг качества усвоения учебного материала осуществляется в процессе обучения и выполнения практических занятий.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах с обеспечением доступа каждого обучаемого к специализированному программному обеспечению AnyLogic для выполнения работы.

9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

9.1 Тематика заданий текущего контроля

♦ Тематика практических занятий (компьютерный практикум)

Основная задача практических занятий для студентов, изучающих дисциплину, состоит в освоении компьютерных инструментов имитационного моделирования. Разработка практически полезных моделей, особенно реализующих процессный, системно-динамический и агент-

ный подходы имитационного моделирования, требует также приобретения некоторых навыков программирования.

Основными целями компьютерного практикума являются:

- Демонстрация эффективности метода имитационного моделирования для решения экономических задач,
- Формирование у студентов навыков использования пакета Anylogic для разработки имитационных моделей.
- Формирование навыков постановки задач, организации и проведения имитационного эксперимента.
- Преодоление психологического барьера при работе с программным обеспечением, требующим алгоритмического описания процессов,
- Формирование базы примеров и шаблонов, на основе которых студенты могут разрабатывать свои модели,

Материалы практикума включают три компонента:

- Тренинг по технике построения моделей в Anylogic, который студенты выполняют самостоятельно при поддержке преподавателя (на основе примеров в документации и учебных материалов компании-разработчика продукта).
- Аудиторные практические занятия, целью которых является отработка различных этапов метода имитационного моделирования – от постановки задачи и концептуального описания до реализации модели и проведения имитационного эксперимента.
- Библиотека примеров имитационных моделей для решения экономических задач.

Студенты имеют доступ к материалам практикума через систему дистанционного обучения. Система используется и как инструмент для проведения консультаций на этапах подготовки концептуального описания и разработки моделей.

В практикум включены следующие разделы:

- **Дискретно-событийное и процессное моделирование** – принципы разработки и использования моделей, практическая реализация в Anylogic с помощью библиотеки Enterprise Library.
- **Визуализация процессов и сбор статистических показателей** – использование встроенных средств анимации Anylogic и объектов для сбора и визуализации статистических показателей.
- **Использование базовых компонентов Anylogic для разработки моделей** – переменные, события, карты состояний, диаграммы действий.
- **Основы языка Java и базовые понятия объектно-ориентированного программирования** – необходимый минимум для построения синтаксически корректных выражений, а также для понимания структуры имитационной модели в Anylogic и принципов взаимодействия ее компонентов между собой.
- **Основы статистической обработки данных имитационного эксперимента** - принципы работы и настройка параметров генераторов случайных чисел; виды имитационного эксперимента и их реализация в Anylogic; планирование имитационного эксперимента; параметрическая оптимизация в Anylogic; сравнение структурно различных вариантов реализации системы с помощью t-критериев и дисперсионного анализа.
- **Системная динамика** – использование языков диаграмм причинно-следственных связей и диаграмм потоков и уровней и часто используемых в моделях конструкции. Анализ контуров обратных связей.

- **Агентное моделирование** – принципы разработки агентных моделей. Реализация агентных моделей средствами системы Anylogic. Возможности класса Agent.

Перечисленные понятия и методы демонстрируются на нескольких простых учебных примерах: модель обслуживания в отделении сбербанка, модель сборочной линии, модель склада, модель логистической сети, модель распространения нового продукта и др.. Более сложные примеры (разработанные специально как шаблоны и референтные модели для учебного курса) размещаются в библиотеке примеров в системе дистанционного обучения.

◆ Примерная тематика домашних заданий

- Разработка имитационных моделей по материалам тренинга
- Поиск и анализ примеров применения имитационного моделирования для решения практических задач в выбранной области логистики (по архивам конференций ИММОД, WinterSim, Международного общества системной динамики, в библиографических базах данных Scopus и ISI Web Of Knowledge)
- Содержательная постановка задачи для имитационного исследования и концептуальное моделирование социально-экономической или организационной системы – на примере задач предметной области исследования (в рамках проекта)

9.2 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к экзамену по всему курсу или к каждому промежуточному и итоговому контролю для самопроверки студентов:

- 1) Компьютерное моделирование. Метод имитационного моделирования, его сущность и применение. Сопоставление с другими видами моделирования.
- 2) Основные парадигмы имитационного моделирования, их базовые принципы и области применения в социально-экономических исследованиях.
- 3) Технологические этапы создания и использования имитационных моделей.
- 4) Основные цели и задачи имитационного исследования. Построение концептуальных моделей.
- 5) Инструменты моделирования, назначение и классификация. Характеристики и выбор инструмента моделирования.
- 6) Построение дискретных (процесных) имитационных моделей, применяемые методы структуризации. Библиотека процессного моделирования Anylogic - Enterprise Library.
- 7) Модели системной динамики: диаграммы причинно-следственных связей, системные потоковые диаграммы, применение в экономике.
- 8) Испытание и исследование свойств имитационной модели. Верификация и валидация имитационных моделей. Имитационный эксперимент: содержание и применяемые методы.
- 10) Концептуальные основы имитационного моделирования производственных и логистических процессов.
- 11) Стратегическая архитектура организации и динамические модели предприятия.
- 12) Адаптивные цепи поставок и анализ устойчивости с применением системной динамики;
- 13) Координация участников цепей поставок и стратегии сотрудничества в агентных моделях цепей поставок.
- 14) Системно-динамические модели социально-экономических систем.
- 15) Поведенческая экономика и многоагентное моделирование: методы спецификации экономических и социальных агентов и особенности построения и применения агентных моделей в социальных исследованиях.

10 Порядок формирования оценок по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине включает оценку научно-исследовательской работы слушателей и итоги выполнения проекта по формированию концепции и разработке имитационной модели в выбранной предметной области

11 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Базовый учебник

Лычкина Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2014. – 254 с.

Электронная версия базового учебника доступна на znanium.com

11.2 Основная литература

1. Лычкина Н.Н. Инновационные парадигмы имитационного моделирования и их применение в сфере управленческого консалтинга, логистики и стратегического менеджмента - Логистика и управление цепями поставок, НИУ Высшая школа экономики, № 5(58), 2013, С.28-41
2. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). Пер. с англ., общая редакция Д.М. Гвишиани – М.: Прогресс, 1971. – 340 с.
3. Форрестер Дж. Динамика развития города, Прогресс, 1974
4. Форрестер, Д. Мировая динамика. М. АСТ, 2003. - 381 с.

11.3 Дополнительная литература

1. Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В., Калашников В.В. и др. Технология системного моделирования / Под общей редакцией С.В. Емельянова и др.- М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988, 520с.
2. Адлер Ю.П. и др. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. – «Наука», 1971.
3. Вайдлих В. Социодинамика: системный подход к математическому моделированию в социальных науках: Пер. с англ. /Под ред. Ю.С. Попкова, А.Е. Семечкина. Изд. 2-е, стереотипное. – М.: Едиториал УРСС, 2005, 480 с.
4. Горбунов А.Р., Лычкина Н.Н. Проблемы, актуальные задачи и приоритеты в создании систем поддержки принятия решений и применении имитационного моделирования в сфере управления и бизнеса.- Третья всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2007 - Пленарные доклады, том 1, Санкт-Петербург, 2007 г.
5. Кавтарадзе Д.Н. Имитационные игры и разработка стратегии природопользования, М.: ТЕИС, 2007.
6. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с Anylogic 5.- БХВ, Санкт-Петербург, 2006.- 400с.
7. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: Учебное пособие. — М.: Издательство Московского университета, 2011. — 304 с., ил.
8. Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании – 1,2 т., М., Статистика, 1978г.
9. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа ВHV, 2004.-847 с.

10. Лычкина Н.Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятия - НИУ ВШЭ, «Бизнес-информатика», № 1, М., 2007, С.29-35
11. Лычкина Н.Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития. Журнал «Бизнес-информатика», М.:НИУ ВШЭ, №3(9) 2009, С.55-67
12. Макаров В.Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели)/ В.Л. Макаров, А.Р.Бахтизин. –Москва: Экономика, 2013.- 295 с.
13. Медоуз Деннис. и др. «Пределы роста», М., Изд-во Московского Университета,- 1991г-280 с.
14. Медоуз, Д. Пределы роста: 30 лет спустя. М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 358 с.
15. Медоуз Донелла. Азбука системного мышления.– 2-е изд. – М.:Бином, 2011. – 343 с.
16. О’Коннор, Дж. Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.:Альпина, 2006.–256 с.
17. Павловский Ю.Н. Имитационные модели и системы – М.: ФАЗИС: ВЦ РАН, 2000 – (Математическое моделирование. Вып.2)
18. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. Серия «Системы и проблемы управления» – М.: СИНТЕГ, 2000, 528 с.
19. Саймон Герберт А. Теория принятия решений в экономической теории о науке и поведении: Теория фирмы/ под ред. В.М. Гальперина. - СПб.: Экономическая школа, 1995 («Вехи экономической мысли»: Вып 2).
20. Сенге, П. Пятая дисциплина. Искусство и практика самообучающейся организации. – Олимп-Бизнес, 2003. – 408 с.
21. Сидоренко В.Н. Системная динамика – М., МГУ, ТЕИС, 1998 г
22. Тарзанов В.В. Arena на арене бизнеса. Управление бизнесом на основе имитационного моделирования. – С.-Пб., 2006. – 416 с.
23. Толуев Ю.И. Имитационное моделирование логистических сетей // Логистика и управление цепями поставок. 2008 г., № 2/25.
24. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем - искусство и наука - М. Мир, 1978. – 418 с.
25. Axelrod, Robert; Tesfatsion, Leigh. On-Line Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences. <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm>
26. Kelton W., Sadowski R., Swets N. (2010) Simulation with Arena. – 5th ed. – McGraw-Hill
27. Killingsworth, W. Design; Analysis and Optimization of Supply Chains: A System Dynamics Approach. - Business Expert Press, 2011.
28. Morecroft, John Strategic Modelling and Business Dynamics A Feedback Systems Approach, John Wiley&Sons Ltd.2007
29. Pidd M. (2004) Computer simulation in Management Science. – 5th ed. – Chichester: Wiley
30. Richmond, Barry An Introduction to Systems Thinking, STELLA. – High Performance Systems, 2001. – 165 p.
31. Serman, John Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill Higher Education,2000
32. Swain J. Simulation Software Survey. //OR/MS Today, 2012. – <http://www.orms-today.org/surveys/Simulation/Simulation.html>
33. Warren, Kim Competitive Strategy Dynamics, London Business School, John Wiley&Sons Ltd.2002
34. Warren, Kim Strategic Management Dynamics, London Business School, John Wiley&Sons Ltd.2008
35. <http://www.anylogic.ru>
36. <http://www.systemdynamics.org>
37. <http://www.simulation.su>

11.4 Программные средства

Система имитационного моделирования AnyLogic 7. (<http://www.anylogic.ru>)

11.5 Дистанционная поддержка дисциплины

Предусмотрена дистанционная поддержка курса с помощью LMS.

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционная аудитория оснащена мультимедийными средствами проведения презентаций, показа видеофильмов, бизнес-кейсов, демонстрации промышленных прототипов, демонстрационных комплексов по фундаментальным работам Дж. Форрестера «Динамика города», «Мировая динамика» и других, и проведения деловых имитационных игр, принятия контрольной (проектной) работы.

В специализированном компьютерном классе для проведения практических занятий установлена система моделирования AnyLogic, развернута информационная система для демонстрации прототипов, референтных моделей экономических систем и другие, в том числе, офисные программные продукты для проведения дополнительных аналитических расчетов.