

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра теории вероятностей и математической статистики



Рабочая программа учебной дисциплины

«Оптимальное управление в задачах экономической динамики»

Направления подготовки:	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:	Статистика
Образовательный уровень выпускника:	магистр
Форма обучения:	очная

Донецк 2016

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета математики и
информационных технологий

 В.Н. Андриенко



Программа учебной дисциплины «Оптимальное управление в задачах экономической динамики» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденному приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 288, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 22 апреля 2016 г. № 1191, «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. № 750 (с изменениями и дополнениями), учебного плана по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Профиль: Статистика) (форма обучения: очная), утвержденного Ученым Советом Университета от 04.10.2016 г., протокол № 8.

Разработчик:


Проф., д.ф.-м.н., ТВиМС



Б.В. Бондарев

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории вероятностей и математической статистики. Протокол № 5 от «01» декабря 2016 г.

Заведующий кафедрой



Б.В. Бондарев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «15» декабря 2016 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета



Н.И. Пономаренко

Область применения и место дисциплины в учебном процессе:

Основывается на базе дисциплин: математический анализ, алгебра и геометрия, теория вероятностей и математическая статистика.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Государственная итоговая аттестация.

Круг приложений теории оптимального управления постоянно расширяется по мере распространения математических моделей в социальных науках.

Оптимальное управление — это задача проектирования системы, обеспечивающей для заданного объекта управления или процесса закон управления или управляющую последовательность воздействий, обеспечивающих максимум или минимум заданной совокупности критериев качества системы.

Для решения задачи оптимального управления строится математическая модель управляемого объекта или процесса, описывающая его поведение с течением времени под влиянием управляющих воздействий и собственного текущего состояния. Математическая модель для задачи оптимального управления включает в себя: формулировку цели управления, выраженную через критерий качества управления; определение дифференциальных или разностных уравнений, описывающих возможные способы движения объекта управления; определение ограничений на используемые ресурсы в виде уравнений или неравенств.

Наиболее широко при проектировании систем управления применяются следующие методы: вариационное исчисление, принцип максимума Понтрягина и динамическое программирование Беллмана.

1. Структура дисциплины (модуля)

Характеристика учебной дисциплины		
Образовательный уровень:	Магистр	
Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика	
Профиль	Статистика	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть профессионального блока	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 зачет в 3 семестре	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
	на базе высшего профессионального образования (ОУ Бакалавр)	
Год подготовки	2	
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	
Общий объем учебных часов	108	
Количество аудиторных часов	54	
- лекционных	18	
- практических, семинарских		
- лабораторных	36	
Кол-во часов самостоятельной работы	54	
Недельное количество часов,	6	
в т.ч. аудиторных	3	

2. Описание дисциплины

Цели и задачи: формирование компетенции в области моделирования, управления и анализа экономических систем, а также развитие математического, логического мышления и формирование системного подхода для успешного осуществления профессиональной деятельности, освоение основных понятий и принципов моделирования экономических систем; изучение методов теории управления для решения задач оптимизации; постановка и решение задач управления для различных экономических систем.

Требования к результатам освоения дисциплины. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по направлению подготовки (специальности):

а) общекультурных (ОК):

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

в) профессиональных (ПК):

в научно-исследовательской деятельности:

способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

проектная и производственно-технологическая деятельность:

способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности (ПК-3);

способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности (ПК-4);

консорциумная деятельность:

способностью к взаимодействию в рамках международных проектов и сетевых сообществ в области прикладной математики и информационных технологий (ПК-12);

социально-ориентированная деятельность:

способностью осознавать корпоративную политику в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, принимать участие в её развитии (ПК-13).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать динамические модели экономических систем и связанные с ними задачи оптимизации, основные принципы и методы оптимизации, возможности применения тех или иных методов и моделей для решения поставленных задач;

уметь производить математическую постановку оптимизационных экономических задач, возникающих при исследовании различных областей экономики, сравнивать математические модели и выбирать для анализа изучаемой проблемы адекватные математические модели и методы оптимизации, интерпретировать полученные с помощью методов теории управления результаты с точки зрения экономики, использовать существующие программные комплексы для получения численных результатов в решаемых оптимизационных задачах;

владеть алгоритмами нахождения оптимальных траекторий в различных задачах оптимизации, навыками проверки необходимых и достаточных условий оптимальности траекторий.

3. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс дисциплины «Оптимальное управление в задачах экономической динамики» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельную работу студента.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение индивидуальных заданий, подготовку к практическим занятиям, изучение учебно-методической литературы и ресурсами сети Интернет, составление конспектов.

Порядковый номер	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1.	
Тема 1.	Неоклассическая теория. Модель Солоу.
Тема 2.	Модель оптимального экономического роста Рамсея-Касса-Купманса.
Тема 3.	Модель оптимального экономического роста как задача управления.
Тема 4.	Задача экономического роста как задача оптимального управления.
Тема 5.	Принцип динамического программирования. Уравнение Беллмана.
Тема 6.	Стохастические системы управления в экономике.
Тема 7.	Модель Мертона. Стохастические модели в страховании.

Тематический план

[illegible]

6. Самостоятельная работа

Согласно Положения «Об организации учебного процесса в высших учебных заведениях», самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во внеучебное время. Ее содержание определяется рабочей программой, методическими материалами, заданиями и рекомендациями преподавателя.

Основные задачи самостоятельной работы:

- овладение навыками самостоятельного обучения, формирования потребностей в самообразовании;
- освоение содержания дисциплины в рамках тем, предназначенных для самостоятельного изучения студента;
- осознание, углубление содержания и основных положений курса во время усвоения законспектированного на лекциях материала, его проработки на протяжении подготовки к практическим занятиям;
- использование материалов, полученных во время выполнения самостоятельных заданий, написания рефератов, для эффективной подготовки к модульным контрольным заданиям и зачету.

7. Образец индивидуального задания

1. Построить преобразование, приводящее систему к канонической форме Бруновского:

$$\dot{x}_1 = x_2 + x_3,$$

$$\dot{x}_2 = -x_1 + x_2,$$

$$\dot{x}_3 = x_2 + u.$$

1. Построить функцию Ляпунова для системы

$$\dot{x}_1 = x_1 + 2x_2,$$

$$\dot{x}_2 = -2x_1 + x_2 + u.$$

8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Какое балансовое соотношение положено в основу модели Леонтьева?
2. Каким ограничениям удовлетворяет управляющее воздействие в модели Леонтьева?
3. Каким образом учитывается баланс между потреблением и накоплением фондов в функционале качества задачи об оптимальном распределении капитальных вложений?
4. Всякую ли линейную систему можно привести к канонической форме Бруновского?
5. Верно ли, что при приведении системы к канонической форме Бруновского имеется взаимно-однозначное соответствие между управлением исходной системы и в канонической форме?
6. Сформулируйте теорему Гамильтона-Кэли.
7. Сколько дифференциальных уравнений содержит гамильтонова система в формулировке принципа максимума Понтрягина?
8. Верно, ли что оптимальное по быстродействию управление в линейных системах является кусочно-постоянной функцией?

9. Образец экзаменационного билета

1. Сформулируйте теорему Гамильтона-Кэли.
2. Построить преобразование, приводящее систему к канонической форме Бруновского:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_2 + x_3, \\ \dot{x}_2 &= -x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_3 &= -x_2 + u.\end{aligned}$$

11. Критерии оценивания

Шкала оценивания:

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79		зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69		зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

12. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для проведения лекционных и лабораторных занятий требуется аудитория на группу, оборудованная меловой или интерактивной доской.

13. Рекомендованная литература

Основная литература:

Учебная

1. Зайцев, М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений : примеры, задачи, кейсы / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин ; Институт бизнеса и делового администрирования ИБДА. - [2-е изд. - Москва : Дело, 2008. - 663 с.
2. Теория оптимального управления с приложением к задачам экономической динамики : для студентов специальности 6.040205 "Статистика" / [сост. А. Л. Зуев] ; Донецкий нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2012. - 78 с.
3. Алексеев, В. М. Оптимальное управление : [Учеб. пособие для мат. специальностей вузов] / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. - М. : Наука, 1979. - 429 с.

- 4.Флеминг У. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами / У. Флеминг, Р. Ришел ; Пер. с англ. М. Г. Бутрим, П. К. Катышева ; Под ред. А. Н. Ширяева. - М. : Мир, 1978. - 316 с.
- 5.Понтрягин, Лев С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин. - 3-е изд. - М. : Наука, 1976. - 392 с.
- 6.Основы теории оптимального управления / [В. Ф. Кротов, Б. А. Лагоша, С. М. Лобанов и др.] ; Под ред. В. Ф. Кротова. - М. : Высш. шк., 1990. - 429,[1] с.
- 7.Калихман, И. Л. Динамическое программирование в примерах и задачах : [Учеб. пособие для экон. специальностей вузов] / И. Л. Калихман, М. А. Войтенко. - М. : Высш. шк., 1979. - 125 с.

Методическая

- 1.Оптимальное управление процессами с распределенными параметрами : сб. науч. тр. / Казахский гос ун-т им. С. М. Кирова ; [редкол.: В. С. Неронов (науч. ред.) и др.]. - Алма-Ата : КазГУ, 1989. - 82, [1] с.
- 2.Фурсиков, А. В. Оптимальное управление распределенными системами : Теория и приложения / А. В. Фурсиков. - Новосибирск : Науч. кн., 1999. - 350 с.
- 3.Ли, Э. Б. Основы теории оптимального управления / Э. Б. Ли, Л. Маркус ; пер. с англ. Л. Л. Леонтьевой ; под ред. Я. Н. Ройтенберга. - М. : Наука, 1972. - 574 с.
- 4.Ховард, Р. А. Динамическое программирование и марковские процессы : Пер. с англ. В. В. Рыкова / Р. А. Ховард ; пер. с англ. В. В. Рыкова ; под ред. Н. П. Бусленко. - М. : Сов. радио, 1964. - 189 с.
- 5.PASCAL, MATHCAD, DELPHI для начинающих [Электронный ресурс] : 2000 - 2016 гг. / [сост. Н. А. Фесенко ; ред. В. А. Кротова] ; Донецкий нац. ун-т, Науч. б-ка, Отд. справ.-библиогр. и информ. работы. - Донецк : ДонНУ, 2016. - электронные данные (1 файл).

Периодическая

- 1.Труды Математического института им. В. А. Стеклова [Текст]. Т. 167 : Современные проблемы математики. Математический анализ, алгебра, топология ; Математический анализ, алгебра, топология : посвящ. Л. С. Понтрягину к его семидесятипятилетию / [отв. ред. С. М. Никольский] ; АН СССР. - М. : Наука, 1985. - 278 с. (2 экз)
- 2.Доклады Академии Наук. Т. 453, № 1. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2013.
- 3.Теоретическая и прикладная механика [Электронный ресурс] : научный журнал. 2014, № 8 (54) / Донецкий нац. ун-т. - Донецк, 2014. - Электронные данные (1 файл).

Дополнительная литература:

1. Основы теории оптимального управления / [В. Ф. Кротов, Б. А. Лагоша, С. М. Лобанов и др.]; Под ред. В. Ф. Кротова. - М.: Высш. шк., 1990. - 429,[1] с.
2. Аграчев, А. А. Геометрическая теория управления: [учебник] / А. А. Аграчев, Ю. Л. Сачков. - М.: Физматлит, 2005. - 392 с.

Методическая:

1. Алексеев, В. М. Оптимальное управление: учеб. для студентов вузов, обучающихся по группе мат. направлений и специальностей / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин ; [МГУ им. М. В. Ломоносова]. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 384 с.
2. Оптимальное управление и дифференциальные уравнения: Сб. ст. / Под ред. Р. В. Гамкрелидзе; РАН. - М.: Наука, 1995. - 528 с.
3. Понтрягин, Л. С. Избранные научные труды: в 3 т. Т. 2: Дифференциальные уравнения; Теория операторов; Оптимальное управление ; Дифференциальные игры ; Топологическая алгебра / Л. С. Понтрягин; сост. Р. В. Гамкрелидзе; отв. ред.Р. В. Гамкрелидзе. - М.: Наука, 1988. - 576 с.
4. Флеминг У. Оптимальное управление детерминированными и стохастическими системами / У. Флеминг, Р. Ришел; Пер. с англ. М. Г. Бутрим, П. К. Катышева; Под ред. А. Н. Ширяева. - М.: Мир, 1978. - 316 с.

Периодическая:

1. Дифференциальные уравнения. Т. 43, № 2. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2007.
2. Дискретная математика. Т. 19, № 1. - Москва: Наука, 2007.
3. Журнал вычислительной математики и математической физики. Т. 48, № 4. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2008.
4. Журнал вычислительной математики и математической физики. Т. 47, № 8. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2007.
5. Известия высших учебных заведений. Математика. № 1. - Казань: Казанский государственный университет им. В.И.Ульянова-Ленина, 2008.
6. Математическое моделирование. Т. 19, № 5. - Москва: Наука, 2007.
7. Прикладная математика и механика. Т. 72, № 2. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2008.
8. Проблемы управления и информатики. № 5. - Киев: Институт кибернетики им. В.М. Глушкова Национальной академии наук Украины, 2007.