

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

« 11 » _____ 2021 г.

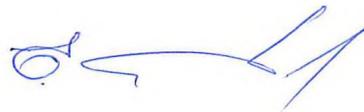


Управление в экономических системах

рабочая программа дисциплины

| | |
|-------------------------------|--|
| Закреплена за кафедрой | <i>прикладной математики</i> |
| Учебный план | <i>01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиль «Математические методы в экономике»</i> |
| Форма обучения | <i>очная</i> |
| Общая трудоёмкость | <i>3 з.е.</i> |
| Часов по учебному плану | <i>108</i> |
| в том числе: | |
| аудиторная контактная работа | <i>37,90</i> |
| самостоятельная работа | <i>70,10</i> |
| Вид(ы) контроля в семестрах | |
| экзамен/зачет/зачет с оценкой | <i>Семестр 7 – экзамен</i> |

Программу составила:
канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры прикладной математики



Е.Ю. Данилюк

Рецензент:
д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры прикладной математики



К.И. Лившиц

Рабочая программа дисциплины «Управление в экономических системах» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат, самостоятельно устанавливаемым федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной математики

Протокол от 26 мая 2021 г. № 04

Заведующий кафедрой прикладной математики,
д-р техн. наук, профессор



А.М. Горцев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Цель – обучить студентов основам математической теории управления экономическими системами в макро- и микроэкономическом аспекте на конечном интервале времени.

Экономические системы характеризуются сложной организационной структурой, высоким уровнем технической оснащенности, широким диапазоном возможных производственных ситуаций, быстрым изменением условий функционирования и т.д., а значит, для целесообразного управления сложными экономическими системами неизбежно приходится прибегать к использованию математических моделей, описывающих поведение данных систем. Задачи управления, опирающиеся на грамотно построенные математические модели, приводят к достоверным, приемлемым для практического применения результатам, однако являются весьма сложными и требуют применения специальных математических методов.

В настоящее время в теории оптимального управления достаточно полно разработаны методы, применимость которых распространяется и на задачи экономического содержания, а качество получаемых с их помощью результатов считается высоким. В рамках курса «Управление в экономических системах» кратко рассматриваются теоретические основы метода максимума Понтрягина и метода Беллмана (метод динамического программирования). Основное же внимание уделяется решению типовых экономических задач с помощью данных методов, а именно: математической формализации на основе экономического описания; построению наиболее выгодных (оптимальных) режимов управления в соответствии с поставленными целями; анализу последствий выбора с целью корректировки управления. Рассматриваются следующие задачи: задача оптимального развития экономики; задача оптимизации капитальных вложений в отрасли; задача оптимального распределения инвестиций между предприятиями; задача об оптимальной загрузке транспортного средства; задача об оптимальном графике замены оборудования на предприятии и т.д.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Управление в экономических системах» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль «Математические методы в экономике».

Пререквизиты дисциплины: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей», «Случайные процессы», «Макроэкономика», «Теория оптимального управления».

Постреквизиты дисциплины: учебная и производственная практики «Научно-исследовательская работа».

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

| Компетенция | Индикатор общепрофессиональной компетенции | Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций) |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной | ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач, возникающих в профессиональной деятельности. | ОР-1.4.1. Обучающийся сможет оперировать экономическими понятиями и характеристиками экономических систем. ОР-1.4.2. Обучающийся сможет классифицировать и формализовывать основные задачи управления экономикой. ОР-1.4.3. Обучающийся сможет знать основные математические методы |

| | | |
|--|--|---|
| деятельности | | оптимального управления динамическими системами, область их применимости. ОР-1.4.4. Обучающийся сможет применять методы оптимального управления динамическими системами к задачам управления экономическими системами |
| ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач. | ИОПК-2.4. Демонстрирует умение адаптировать существующие математические методы для решения конкретной прикладной задачи. | ОР-2.4.1. Обучающийся сможет строить математические модели экономики как динамической системы. ОР-2.4.2. Обучающийся сможет давать содержательную экономическую интерпретацию математического результата. ОР-2.4.3. Обучающийся сможет усложнять постановки задач, приближая их к реальной экономике. |
| ПК-1. Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем. | ИПК-1.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований. | ОР-1.1.1. Обучающийся сможет анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований |
| | ИПК-1.2. Осуществляет выполнение экспериментов и оформления результатов исследований и разработок. | ОР-1.2.1. Обучающийся сможет оформить результаты анализа научно-технической информации и исследований |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2.

| Вид учебной работы | Трудоемкость в академических часах | |
|---|------------------------------------|----------------|
| | 7 семестр | всего |
| Общая трудоемкость | 108 | 108 |
| Контактная работа: | 37,9 | 37,9 |
| Лекции (Л): | 16 | 16 |
| Практики (ПЗ) | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | |
| Семинары (СЗ) | | |
| Групповые консультации | 2 | 2 |
| Индивидуальные консультации | 1,6 | 1,6 |
| Промежуточная аттестация | 2,3 | 2,3 |
| Самостоятельная работа обучающегося: | 70,1 | 70,1 |
| - выполнение проектного задания | 6,4 | 6,4 |
| - изучение учебного материала | 12 | 12 |
| - подготовка к практическим занятиям, выполнение домашних работ | 20 | 20 |
| - подготовка к экзамену | 31,7 | 31,7 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) | Экзамен | Экзамен |

3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

| Код занятия | Наименование разделов и тем и их содержание | Вид учебной работы, занятий, контроля | С е м е с т р | Часы в электронной форме | Всего (час.) | Литература | Код (ы) результата(ов) обучения |
|-------------|--|---------------------------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|--|
| | Раздел 1. Введение | | 7 | | 2 | 5 | ОР-1.4.1 |
| 1.1. | Историческая справка. Определение и классификация экономических систем. Экономика как динамическая система управления. Особенности задач управления экономикой как задач оптимального управления на конечном интервале времени. | Лекции | 7 | | 2 | | |
| | Раздел 2. Некоторые сведения из макроэкономики и теории оптимального управления | | 7 | | 3 | 2, 4, 7, 8 | ОР-1.4.1, ОР-1.4.2, ОР-2.4.1 |
| 2.1. | Определение, классификация и свойства производственных функций (ПФ); основные макроэкономические характеристики экономического процесса. Общая задача оптимального управления; классификация задач оптимального управления; необходимые и достаточные условия оптимальности; методы решения задач оптимального управления. | Лекции | 7 | | 2 | | |
| 2.2. | Неоклассические свойства производственной функции Кобба–Дугласа. Основные макроэкономические характеристики в случае производственной функции Кобба–Дугласа. | СРС | 7 | | 1 | | |
| | Раздел 3. Метод максимума Понтрягина как метод решения задач управления экономикой | | 7 | | 22 | 2, 5, 6, 7, 8 | ОР-1.4.3, ОР-1.4.4, ОР-2.4.1, ОР-2.4.2, ОР-2.4.3 |
| 3.1. | Метод максимума Понтрягина: основные понятия и алгоритм работы метода. Управление односекторной экономикой на конечном интервале времени как задача Рамсея. Постановка задачи. Решение задачи: синтез оптимальных управлений. Анализ и построение фазовых траекторий. Нахождение экстремальных управлений, экстремальных траекторий и их экономическая интерпретация. Магистральная теорема. | Лекции | 7 | | 5 | | |
| 3.2. | Письменный опрос № 1. | Лекции | 7 | | 1 | | |
| 3.3. | Решение типовых задач методом максимума Понтрягина. | Практики | 7 | | 1 | | |
| 3.4. | Задача Рамсея: движение по фазовым траекториям (исследование 1-й, 2-й магистрали). Обобщение задачи Рамсея на случай экспоненциального роста трудовых ресурсов. | Практики | | | 1 | | |
| 3.5. | Контрольная работа № 1. | Практики | | | 1 | | |
| 3.6. | Решение типовых задач методом максимума Понтрягина. | СРС | | | 2 | | |
| 3.7. | Задача Рамсея: движение по фазовым траекториям (исследование 3-й, 4-й магистрали). | СРС | | | 2 | | |

| | | | | | | | |
|-------|---|----------|----------|--|------------|-------------------------------|--|
| 3.8. | Магистральная теорема в задаче Рамсея в случае производственной функции Кобба–Дугласа. | СРС | | | 4 | | |
| 3.9. | Задача Рамсея с учетом трудосберегающего НТП: экономический рост; золотое правило накопления; оценка темпов роста при переходе к устойчивому состоянию; абсолютная и относительная конвергенция. Задача Рамсея: расчет источников экономического роста с помощью производственной функции с постоянной отдачей от масштаба. | СРС | | | 5 | | |
| | Раздел 4. Метод Беллмана (метод динамического программирования) как метод решения экономических задач | | 7 | | 36 | 1, 5 | ОП-1.4.3, ОП-1.4.4, ОП-2.4.1, ОП-2.4.2, ОП-2.4.3 |
| 4.1. | Метод Беллмана: основные понятия. Алгоритм работы метода. Рассмотрение экономических задач как задач оптимального управления многошаговыми процессами с аддитивной целевой функцией. Метод Беллмана для непрерывных процессов: постановка и решение задачи, линейной по управлению. | Лекции | 7 | | 4 | | |
| 4.2. | Письменный опрос № 2. | Лекции | 7 | | 1 | | |
| 4.3. | Постановка и решение задачи оптимального распределения инвестиций между предприятиями при известном начальном значении объема инвестиций. Постановка и решение задачи оптимального распределения инвестиций между предприятиями по максимуму нормы прибыли. | Практики | 7 | | 3 | | |
| 4.4. | Постановка и решение задачи об оптимальной загрузке транспортного средства. Постановка задачи об оптимальном распределении ресурсов. | Практики | 7 | | 2 | | |
| 4.5. | Постановка и решение задачи об оптимальном графике замены оборудования на предприятии. | Практики | 7 | | 1 | | |
| 4.6. | Управляемые марковские процессы с доходами. | Практики | 7 | | 2 | | |
| 4.7. | Решение задачи оптимального распределения капитальных вложений между предприятиями (функция прибыли задана аналитически). | Практики | 7 | | 2 | | |
| 4.8. | Контрольная работа № 2. | Практики | 7 | | 1 | | |
| 4.9. | Контрольная работа № 3. | Практики | 7 | | 2 | | |
| 4.10. | Решение задачи оптимального распределения инвестиций между предприятиями при известном начальном значении объема инвестиций. | СРС | 7 | | 2 | | |
| 4.11. | Решение задачи оптимального распределения инвестиций между предприятиями по максимуму нормы прибыли. | СРС | 7 | | 2 | | |
| 4.12. | Решение задачи об оптимальном распределении ресурсов. | СРС | 7 | | 2 | | |
| 4.13. | Решение задачи об оптимальном графике замены оборудования на предприятии. | СРС | 7 | | 2 | | |
| 4.14. | Решение задачи оптимального управления марковским процессом с доходами. | СРС | 7 | | 2 | | |
| 4.15. | Достаточные условия оптимальности для непрерывных процессов. Метод Гамильтона–Якоби–Беллмана для непрерывных процессов (управление и алгоритм работы метода). | СРС | 7 | | 8 | | |
| | Раздел 5. Сравнительный анализ методов максимума Понтрягина и Беллмана | | 7 | | 7,4 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | ОП-1.4.3, ОП-2.4.1, ОП-2.4.1, ОП-2.4.2, |

| | | | | | | | |
|------|--|--------|----------|--|-------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | ОП-2.4.3, ОП-1.1.1, ОП-1.2.1 |
| 5.1. | Экономическая интерпретация, особенности и условия применимости метода максимума Понтрягина и метода Беллмана (защита проектов). | Лекции | 7 | | 1 | | |
| 5.2. | Анализ постановки задачи экономического содержания, выбор метода решения и решение задачи в малых группах. | СРС | 7 | | 6,4 | | |
| | | | | | | | |
| | Консультации | К | 7 | | 3,6 | | |
| | Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена | СРС | 7 | | 31,7 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | |
| | Прохождение промежуточной аттестации в форме экзамена | Э | 7 | | 2,3 | | |

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Аудиторная контактная работа организована в форме лекционных и практических занятий, в рамках последних предусмотрена как индивидуальная работа обучающихся, так и работа в группах по решению проектных заданий.

Самостоятельная работа студентов является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний студентов, развитие практических умений и включает в себя работу с лекционным материалом, опережающую самостоятельную работу, подготовку к контрольным работам.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством: устного опроса студентов при проведении практических занятий; проведения и проверки контрольных работ и письменных опросов; выполнения студентами домашних работ; проверки выполнения домашних заданий; защиты проектов.

Итоговая экзаменационная оценка формируется на основе балльно-рейтинговой системы, исходя из результатов работы студента в семестре и ответа на экзаменационный билет.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в «Фонде оценочных средств» по дисциплине.

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

| № п/п | Авторы / составители | Заглавие | Издательство | Год издания, количество страниц |
|---------------------------|---|---|---|---------------------------------|
| Основная литература | | | | |
| 1. | Лежнёв А.В. | Динамическое программирование в экономических задачах: учебное пособие | М. : Лаборатория знаний | 2020 г., 179 с. |
| 2. | Параев Ю.И. | Теория оптимального управления: учебное пособие | Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing | 2013 г., 206 с. |
| Дополнительная литература | | | | |
| 4. | Тарасевич Л.С., Гребенников П.И., Леусский А.И. | Макроэкономика: учебник: [для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям] | М. : Юрайт [и др.] | 2011 г., 685 с. |
| 5. | Власов М.П., Шимко П.Д. | Оптимальное управление экономическими системами: учебное пособие | М. : ИНФРА-М | 2014 г., 310 с. |
| 6. | Лагоша Б.А., Апалькова Т.Г. | Оптимальное управление в экономике: теория и приложения: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. | М.: Финансы и статистика | 2008 г., 224 с. |
| 7. | Ногин В.Д. | Введение в оптимальное управление. Учебно-методическое пособие | СПб.: Изд-во «ЮТАС» | 2008 г., 92 с. |

| | | | | |
|----|------------------------------|--|--------------|-----------------|
| 8. | Туманова Е.А., Шагас Н.Л. | Макроэкономика : элементы продвинутого подхода : учебник | М. : ИНФРА-М | 2004 г., 398 с. |
|----|------------------------------|--|--------------|-----------------|

4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Управление экономическими системами: электронный научный журнал [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – URL: <http://www.uecs.ru>.

2. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ : [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.

3. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – URL: <http://journals.tsu.ru/informatics/>.

4. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2027>.

4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS Windows; MS Office.

4.4. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения практических занятий. Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Все необходимое учебно-методическое обеспечение по дисциплине приведено в п. 4.1 и п. 4.2, и представлено в печатном или электронном виде в библиотеке ТГУ. Существенную помощь при самостоятельной работе с материалом курса студентам могут оказать лекционный материал, материал практических занятий, а также следующие источники:

1. Основы теории оптимального управления : Учеб. пособие для экон. вузов / В.Ф. Кротов, Б.А. Лагоша, С.М. Лобанов и др.; Под ред. В.Ф. Кротова. – М. : Высш. шк., 1990. – 430 с.

2. Трошина Н.Ю. Теория оптимального управления экономическими системами : учеб. пособие / Н.Ю. Трошина. – Саратовский государственный университет, 2009. – 117 с.

Приведенный ниже перечень типовых задач, решаемых на практических занятиях в рамках следующих разделов дисциплины, поможет при самостоятельной подготовке обучающегося к практическим занятиям.

«Метод максимума Понтрягина как метод решения задач управления экономикой»

1) решить задачу методом максимума Понтрягина: $dx(t)/dt = f(x(t), u(t), t)$, $x(0) = a$, $|u(t)| \leq b$, $J = \int_0^T f_1(x(t), u(t), t) dt \rightarrow opt$, где $a, b - const$, $opt: \min$ или \max ;

2) найти момент времени выхода на магистраль и момент времени схода с магистрали; вид критерия качества; уравнение фондовооруженности для 1-й и 2-й магистралей (при различных соотношениях начального, конечного и оптимального значений фондовооруженности); для каждой магистрали построить управление и

реализацию уравнения фондовооруженности.

«Метод Беллмана (метод динамического программирования) как метод решения экономических задач»

1) в производственное объединение входят три предприятия. Руководство объединения готово инвестировать в свои предприятия x усл. ден. ед. в общей сумме. Известна величина ожидаемой прибыли каждого из предприятий в зависимости от объема инвестированных средств. Найти такое распределение инвестиций между предприятиями, которое обеспечило бы максимальную прибыль. Сопоставить полученное оптимальное решение с решениями, предписывающими выделение всего объема инвестиций только одному из предприятий либо распределение инвестиций поровну между всеми предприятиями. Вычислить, сколько процентов прибыли теряется в каждом из этих случаев;

2) в производственное объединение входят три предприятия. Руководство объединения готово инвестировать в свои предприятия от x до y усл. ден. ед. в общей сумме. Известна величина ожидаемой прибыли каждого из предприятий в зависимости от объема инвестированных средств. Найти такое распределение инвестиций между предприятиями и оптимальный объем инвестирования, которые обеспечили бы максимальную норму прибыли, под которой понимается отношение ожидаемой прибыли к объему инвестированных средств;

3) транспортное средство грузоподъемностью M усл.ед. массы загружается предметами n типов, масса t и стоимость p усл.ден.ед. каждого из которых известна. Найти такой вариант загрузки, при котором стоимость перевозимого груза была бы максимальной;

4) производственное объединение, в которое входят два предприятия, планирует свою работу на двухлетний период. В ходе работы предприятия получают прибыль, расходуя при этом некоторые ресурсы. Для обеспечения работы предприятий в начале каждого года им выделяются необходимые объемы ресурсов, а в конце года оставшиеся неизрасходованными ресурсы изымаются и перераспределяются. Найти оптимальную стратегию распределения ресурсов, т.е. определить, сколько ресурсов необходимо выделять каждому предприятию в начале каждого года для получения максимальной суммарной прибыли по всему производственному объединению за два года. Общий начальный объем ресурсов в производственном объединении равен V усл.ед., все имеющиеся ресурсы распределяются между предприятиями полностью. При выделении 1-му и 2-му предприятиям ресурсов в объеме v усл.ед. они получают прибыль, равную $P_1(v)$, $P_2(v)$ усл.ед., расходуя при этом ресурсы в объеме $Q_1(v)$, $Q_2(v)$ усл.ед. соответственно, $P_k(v) \geq 0$, $0 \leq Q_k(v) \leq v$, $k = 1, 2$;

5) руководство планирует деятельность предприятия на N лет. Установленное на предприятии оборудование в начале каждого года может быть продано по остаточной стоимости и заменено новым, приобретаемым по рыночной стоимости. Прогнозируемая рыночная стоимость M оборудования в зависимости от номера квартала и стоимость C одной усл.ед. продукции предприятия (усл.ден.ед.) известны. Характеристики оборудования, к которым относятся производительность P (усл.ед. продукции в год), затраты на эксплуатацию Q (усл.ден.ед. в год), остаточная стоимость оборудования (усл.ден.ед.), зависят от его наработки (под наработкой оборудования понимается число полных лет его эксплуатации). Оборудование может эксплуатироваться только при наработке, не превышающей x лет. В начале планируемого периода установленное на предприятии оборудование имеет наработку x_0 лет. Определить оптимальную стратегию обновления оборудования на N лет с целью достижения максимального суммарного экономического эффекта за весь планируемый период. Сопоставить полученное оптимальное решение с двумя допустимыми решениями, первое из которых реализует стратегию максимально частого обновления оборудования, а второе – стратегию максимального откладывания обновления;

б) состояние продуктивности земли, используемой фермером, может быть (а) – хорошим, (b) – удовлетворительным, (с) – плохим. Вероятности перехода продуктивности земли из одного состояния в другое без проведения агротехнических мероприятий за один сезон заданы матрицей $P^{(1)}$. Однако фермер может провести комплекс агротехнических мероприятий, и тогда вероятности перехода продуктивности земли из одного состояния в

другое за один сезон будут заданы матрицей $P^{(2)}$. Матрицы доходов для двух стратегий поведения: $D^{(1)}$, $D^{(2)}$ известны. Найти оптимальную стратегию фермера на x сезонов;

7) пусть A – установленный фонд капитальных вложений, который нужно распределить между n предприятиями. Будем считать, что показатель эффективности распределения определяется функциями $\psi_i(y_i)$, а именно, если на i -м предприятии реализовались капитальные вложения в объеме y_i , то значение $\psi_i(y_i)$ отражает увеличение выпуска продукции на этом предприятии. Предполагается, что все функции $\psi_i(y_i)$ возрастающие, т.е. $\forall i = \overline{1, n}$ при $0 \leq y_i \leq A$ $d\psi_i/dy_i > 0$. Это означает, что эффективность реализации капитальных вложений увеличивается с увеличением объемов. Найти такое оптимальное распределение капитальных вложений, чтобы общее увеличение продукции на всех предприятиях было максимальным и чтобы заданный фонд капитальных вложений A был полностью израсходован.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Данилюк Елена Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры прикладной математики института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ.

7. Язык преподавания – русский язык.

