Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

ВКТУ им.Д.Серикбаева

УТВЕРЖДАЮ:
Декан МШИ:
Рахметуллина Ж.Т.
_____2025 г.

ОПТИМИЗАЦИЯ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Рабочая учебная программа (силлабус)

Образовательная программа: 7М06103 Математическое и компьютерное моделирование
Код дисциплины: OChM5206
Количество кредитов: 5
Цикл: БД
Компонент: ВК

Усть-Каменогорск, 2025

Рабочая учебная программа (силлабус) разработана на «МШИ» на основании Государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования (Приказ Министра науки и высшего образования РК №2 от 20.07.2022 г.), Правил организации учебного процесса по кредитной технологии обучения (Приказ Министра образования и науки РК от №152 от 20.04.2011 г.), Образовательной программы, Рабочего учебного плана, Каталога элективных дисциплин.

Одобрено Комиссией по обеспечению качества

Председатель — Мухамедова Р.О.
Дата 28.08.2025 г. протокол №1

Руководитель образовательной программы — Тезекпаева Ш.Т.
7М06103

Сотрудник библиотеки — Дроздова О.Н.

Разработал — Мукашева Р.У.
Ассоциированный профессор
Тураров А.К.
Старший преподаватель

СОГЛАСОВАНО:
Декан ШЦТиИИ — Хасенова З.Т.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1 Краткое описание дисциплины

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением базовых математических моделей, а также знакомством с современными направлениями развития методов оптимизации. Особое внимание уделяется задачам вариационного исчисления, оптимального управления и задачам нелинейного программирования. Курс содержит теоретические и практические сведения, необходимые при решении задач оптимизации для моделей передачи данных.

1.2 Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины:

формирование у обучающихся базы для развития профессиональных компетенций в области численных методов и методов оптимизации, а именно, овладение численными методами решения задач оптимизации целевых функций без ограничений и с ограничениями различного вида с целью их дальнейшего применения в профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- развивать навыки подбора эффективных численных методов решения и анализа задач прикладного характера.

1.3 Цели устойчивого развития

Цель 3. Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте

Цель 4. Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех

1.4 Результаты обучения

Результаты обучения определяются на основе Дублинских дескрипторов соответствующего уровня образования и выражаются через компетенции.

Формируемые ключевые компетенции	Результаты обучения (единицы ключевых компетенций)	
	образовательной программы	дисциплины
	РО5 - Реализовать численные методы решения задач оптимизации в среде объектно-ориентированного программирования и с помощью прикладных пакетов программ	- умение применять математические методы обработки, анализировать и синтезировать результаты научных и профессиональных исследований; - Уметь применять методы системного анализа, оптимизации, онтологического и математического моделирования в информационных системах и семантических порталах - Владеть специальными знаниями в области разработки и теории методов численного решения математических задач, возникающих при моделировании естественно- научных и прикладных проблем для принятия самостоятельных решений и участия независимых суждения - 1. принимать участие в научной дискуссии, свободно ориентироваться в теоретической и методической базе, отстаивать свою точку зрения; 2. Организации и проведения научных конференций, симпозиумов, семинаров; публичного научного выступления и научного письма; научной коммуникации - Владеть навыками разработки новых математических методов моделирования объектов и явлений
КК4 - Способность к применению методов математического моделирования и защиты информации при решении прикладных задач	РО7 - Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках и алгоритмы их решения	

1.5 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

1.5.1 Современные образовательные технологии

При проведении учебных занятий предусматривается использование следующих образовательных технологий:

- IT-методы; Методы проблемного обучения; Опережающая самостоятельная работа; Исследовательский метод

1.5.2 Адаптивные образовательные технологии (инклюзивное обучение)

Для успешного освоения дисциплины при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие адаптивные образовательные технологии:

- 1. - поощрение интереса учащихся к анализу собственных социальных навыков; - прямое обучение социальным навыкам; - объяснение и моделирование применения социальных навыков 2. Case-study; Опережающая самостоятельная работа;

1.6 Пререквизиты

- Сандық әдістер / Численные методы

1.7 Постреквизиты

- Современные методы математического моделирования
- Управление ИТ проектами

1.8 Трудоемкость дисциплины

Виды работ	часы
Лекции	15
Лабораторные работы	30
СРОП	30
СРО	75
Форма проведения итогового контроля	экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
Лекционные занятия					
1	**Тема 1. Экстремум функций многих переменных.** Безусловный экстремум функций многих переменных.	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
2	**Тема 2. Условный экстремум функций многих переменных**	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
3	**Тема 3. Экстремум функционалов.** Функционал. Вариация функционала и ее свойства	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
4	**Тема 4. Уравнение Эйлера.** Простейшая задача вариационного исчисления	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
5	**Тема 5. Обобщение простейшей задачи вариационного исчисления**	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
6	**Тема 6. Обобщение простейшей задачи вариационного исчисления.** Функционалы, зависящие от производных высшего порядка	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
7	**Тема 7. Функционалы, зависящие от m функций.** Функционалы, зависящие от функции нескольких независимых переменных.	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
8	**Тема 8. Достаточные условия экстремума функционалов.** Поле экстремали. Достаточные условия Якоби включения экстремалей в поле. Достаточные условия Лежандра включения экстремалей в поле. Функция Вейерштрасса. Достаточные условия Лежандра	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
9	**Тема 9. Методы минимизации функциии одной переменной.** Метод золотого сечения	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
10	**Тема 10. Численные методы минимизации функции многих переменных.** Метод наискорейшего спуска	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
11	**Тема 11. Метод сопряженных градиентов**	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]

№	Наименование темы и ее содержание	Трудоемкость в часах	Достигаемые результаты CDIO	Метод обучения	Ссылка на литературу
12	**Тема 12. Методы решения транспортной задачи.**	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
13	**Тема 13. Методы построения начального опорного решения.** Метод северо-западного угла.	1	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
14	**Тема 14. Метод минимальной стоимости.** Метод Фогеля.	2	Постановка и формулирование проблем Решения и рекомендации	теоретическое обучение	[1-12]
ИТОГО		**15**			
	Лабораторные занятия				
1	**Тема 1. Экстремум функций многих переменных.** Экстремум функционалов	8	Моделирование Целостное мышление	алгоритмизированнное обучение	[1-12]
2	**Тема 2. Экстремум функций многих переменных и функционалов**	8	Моделирование Целостное мышление	алгоритмизированнное обучение	[1-12]
3	**Тема 3. Метод сопряженных градиентов**	7	Моделирование Целостное мышление	алгоритмизированнное обучение	[1-12]
4	**Тема 4. Методы решения транспортных задач**	7	Моделирование Целостное мышление	алгоритмизированнное обучение	[1-12]
ИТОГО		**30**			

2.2 Задания для самостоятельной работы обучающегося (СРО)

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
Безусловный экстремум функций многих переменных.	Безусловный экстремум функций многих переменных — это задача нахождения точки, в которой функция достигает максимального или минимального значения без дополнительных ограничений на переменные. Для решения используются необходимые и достаточные условия экстремума. Необходимое условие: в точке экстремума градиент функции равен нулю, то есть все частные производные обращаются в ноль. Полученная система уравнений позволяет найти критические точки. Достаточные условия основаны на анализе второй производной — матрицы Гессе. Знак определителя Гессе и его угловых миноров позволяет определить тип критической точки: минимум, максимум или седловая точка.	Защита работы, устный опрос	5	20	Постановка и формулирование проблем
Уравнение Эйлера. Обобщение простейшей задачи вариационного исчисления	равнение Эйлера является основным инструментом вариационного исчисления, позволяющим найти функцию, на	Защита работы, устный опрос	7	20	Постановка и формулирование проблем

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
	которой заданный функционал достигает экстремального значения. Оно формулирует необходимое условие экстремума и служит для нахождения экстремалей — функций, обеспечивающих минимальное или максимальное значение функционала. Обобщение простейшей задачи вариационного исчисления связано с рассмотрением более сложных функционалов, которые могут зависеть от нескольких функций, производных более высокого порядка или от нескольких независимых переменных. В этих случаях уравнение Эйлера принимает более общие формы, превращаясь в систему уравнений или уравнения с частными производными, что позволяет решать более широкий класс прикладных задач.				
Методы минимизации функции одной и многих переменных	Методы минимизации функции одной и многих переменных направлены на нахождение значений переменных, при которых функция достигает своего	Защита работы, устный опрос	12	20	Постановка и формулирование проблем

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
	минимального значения. В зависимости от количества переменных используются различные подходы. В одномерных задачах применяется последовательное сужение интервала поиска минимума, например методы дихотомии, золотого сечения и Фибоначчи. Эти методы не требуют вычисления производных и основаны на сравнении значений функции в различных точках интервала. Для функций многих переменных используются методы, которые учитывают направление уменьшения функции. К ним относятся градиентный метод, метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска и метод Ньютона. Эти методы опираются на производные функции первого и второго порядков, что обеспечивает более быстрое приближение к точке минимума. Выбор конкретного метода зависит от гладкости функции, размерности задачи и				

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
	необходимых вычислительных затрат.				
Методы построения начального опорного решения. Метод северо-западного угла.Метод минимальной стоимости.Метод Фогеля.	Методы построения начального опорного решения используются при решении транспортной задачи, когда необходимо сначала получить допустимый план перевозок, удовлетворяющий всем ограничениям. Такой план затем улучшается с помощью оптимизационных методов, поэтому важно уметь быстро находить начальное опорное решение. Метод северо-западного угла основан на заполнении таблицы перевозок, начиная с её левого верхнего угла. Перемещения распределяются последовательно, пока не будут выполнены все требования по поставкам и потребностям. Метод простой в реализации, но не всегда дает решение, близкое к оптимальному. Метод минимальной стоимости предполагает, что в первую очередь распределения выполняются в клетках с минимальной стоимостью	Защита работы, устный опрос	14	15	Постановка и формулирование проблем

Тема	Содержание задания	Форма контроля	Срок сдачи, неделя	Трудоемкость в часах	Результаты CDIO
	перевозки. Благодаря этому часто удаётся получить более экономичное начальное решение, однако метод требует тщательного выбора клеток и сравнений. Метод Фогеля является более продвинутым подходом. В нём вычисляется штраф за выбор каждой строки и столбца, определяющий потерю экономичности неправильного выбора. Перевозки сначала распределяются в тех клетках, где штраф наибольший, что способствует получению решения, близкого к оптимальному. Метод считается одним из наиболее эффективных для получения стартового плана.				
ИТОГО				**75**	

2.3 График сдачи заданий по дисциплине

Вид задания	Академический период обучения, неделя														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Знание															
Лабораторная работа 1					+										

Вид задания	Академический период обучения, неделя														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Лабораторная работа 2							+								
Лабораторная работа 3											+				
Лабораторная работа 4														+	
Понимание															
Лабораторная работа 1					+										
Лабораторная работа 2							+								
Лабораторная работа 3											+				
Лабораторная работа 4														+	
Применение															
Лабораторная работа 1					+										
Лабораторная работа 2							+								
Лабораторная работа 3											+				
Лабораторная работа 4														+	
Анализ															
Лабораторная работа 1					+										
Лабораторная работа 2							+								
Лабораторная работа 3											+				
Лабораторная работа 4														+	

3 ОЦЕНКА ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Преподаватель проводит все виды работ текущего контроля и выводит соответствующую оценку текущей успеваемости обучающихся два раза в академический период. По результатам текущего контроля формируется рейтинг 1 и 2. Учебные достижения обучающегося оцениваются по 100-балльной шкале, итоговая оценка Р1 и Р2 выводится как средняя арифметическая из оценок текущей успеваемости. Оценка работы обучающегося в академическом периоде осуществляется преподавателем в соответствии с графиком сдачи заданий по дисциплине. Система контроля может сочетать письменные и устные, групповые и индивидуальные формы.

Период	Вид работы	Итоговая оценка
1-й рейтинг	Лабораторная работа 1	0-100
	Лабораторная работа 2	
2-й рейтинг	Лабораторная работа 3	0-100
	Лабораторная работа 4	
Итоговый контроль	экзамен	0-100

3.1 Политика оценивания результатов обучения по видам работ

Вид работы	**90-100**	**70-89**	**50-69**	**0-49**
	Отлично	**Хорошо**	**Удовлетворительно**	**Неудовлетворительно**
Работа на занятиях	выполнил практическую работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок. При ответе	выполнил требования к оценке «5», но допущены 2-3 недочета. Ответ обучающегося на вопросы удовлетворяет основным требованиям к ответу на 5, но дан без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом,	выполнил работу не полностью, но не менее 50% объема практической работы, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки. При ответе на вопросы обучающийся правильно понимает сущность	выполнил работу не полностью или объем выполненной части работ не позволяет сделать правильных выводов. При ответе на вопросы демонстрирует не владение основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы; допущены больше ошибок

	на вопросы правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий; сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.	усвоенным при изучении других дисциплин; допущены одна ошибка или не более двух недочетов, обучающийся может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.	вопроса, но в ответе имеются отдельные проблемы в усвоении вопросов курса, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; допущено не более одной грубой ошибки и двух недочетов.	и недочетов, чем необходимо для оценки 3 или не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

Итоговая оценка знаний обучающего по дисциплине осуществляется по 100 балльной системе и включает:

- 60% результатов текущей успеваемости;
- 40% результата, полученного на экзамене.

Формула подсчета итоговой оценки:

$$И = 0{,}6\frac{P_1+P_2}{2} + 0{,}4Э \quad (1)$$

где Р1, Р2 – цифровые эквиваленты оценок первого, второго рейтингов соответственно; Э – цифровой эквивалент оценки на экзамене.

Буквенная система оценки учебных достижений обучающихся, соответствующая цифровому эквиваленту по четырехбалльной системе:

Оценка по буквенной системе	Цифровой эквивалент	Баллы (%-ное содержание)	Оценка по традиционной системе
A	4.0	95-100	Отлично
A-	3.67	90-94	
B+	3.33	85-89	Хорошо
B	3.0	80-84	
B-	2.67	75-79	
C+	2.33	70-74	
C	2.0	65-69	Удовлетворительно
C-	1.67	60-64	
D+	1.33	55-59	
D	1.0	50-54	
FX	0.5	25-49	Неудовлетворительно
F	0	0-24	

4 ПОЛИТИКА ДИСЦИПЛИНЫ

Обучающийся обязан:

-посещение лекционных и практических занятий по расписанию является обязательным; -присутствие студентов на занятиях проверяется в начале занятий. В случае опоздания студент должен бесшумно войти в аудиторию и включиться в работу, а в перерыве объяснить преподавателю причину опоздания; -два опоздания на занятия приравниваются к одному пропуску занятия; -оцениваемые в баллах работы следует сдавать в установленные сроки. За несвоевременную сдачу работ количество баллов снижается. Студенты, не сдавшие все задания, к экзамену не допускаются; -повторное прохождение студентом рубежного контроля, в случае получения неудовлетворительной оценки, не допускается; -студенты, получившие средний рейтинг Рср = (Р1 + Р2)/2 менее 50%, к экзамену не допускаются; -в течение занятий мобильные телефоны должны быть отключены; -студент обязан приходить на занятия в деловой одежде.

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5.1 Основная литература

1. Айсагалиев С.А.Лекции по методам оптимизации.\/ Айсагалиев С.А., Айсагалиева С.С.-Алматы: Гылым, 2006.

2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. \/ Васильев Ф.П.-Лань, 2008.

3. Айсагалиев С.А. Задачи по методам оптимизации и вариационному исчислению.\/ Айсагалиев С.А., Бияров Т.Н. и другие.-Алматы: Казак университеті, 2006;.

4. В.А. Гончаров Методы оптимизации: Учебное пособие для ВУЗов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 191 с.

5. Гробер, Т. А. Задачи оптимизации и численные методы : учебное пособие \/ Т. А. Гробер, О. В. Гробер, А. В. Нестерова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-7890-1801-9. — Текст : электронный \/\/ Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https:\/\/www.iprbookshop.ru\/118036.html (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6. Кошев, А. Н. Численные методы решения задач оптимизации : учебное пособие \/ А. Н. Кошев, В. В. Кузина. — Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2012. — 132 с. — ISBN 978-5-9282-0837-0. — Текст : электронный \/\/ Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https:\/\/www.iprbookshop.ru\/75303.html (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7. 7. Олейникова, С. А. Численные методы оптимизации : практикум \/ С. А. Олейникова, Т. И. Сергеева, М. Ю. Сергеев. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 90 с. — ISBN 978-5-7731-0937-2. — Текст : электронный \/\/ Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https:\/\/www.iprbookshop.ru\/118625.html (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

8. Седых И. А., Истомин В. А., Сёмина В. В., Супрунов И. И. Методы оптимизации: теория, практические задания и лабораторные работы. – 2025. Изд-во «Лань».

9. Токарев В. В. Методы оптимизации: учебник для вузов. – 2025. Изд-во «Юрайт».

10. Бородин А. И., Выгодчикова И. Ю., Горский М. А. Методы оптимизации в экономике и финансах: учебное пособие. – 2024. Изд-во «Юрайт».

11. Нестеров Ю. Е. Алгоритмическая выпуклая оптимизация. – 2024. URSS / «ЛЕНАНД».

12. Зенков А. В. Численные методы: учебное пособие. – 2023. Изд-во «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников.Методы оптимизации: Учебное пособие \/ - М.: ИЦ РИОР, НИЦ Инфра-М, 2013. - 270

2. В.А. Гончаров Методы оптимизации: Учебное пособие для ВУЗов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 191 с.

3. А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов.Численные методы оптимизации: Учебное пособие \/ - М.: Физматлит, 2008. - 320 с.

4. И.Э. Келлер Методы оптимизации в примерах и задачах: Учебное пособие \/ - СПб.: Лань, 2015. - 512 с.

5. В.И Ширяев. Исследование операций и численные методы оптимизации \/ - М.: Ленанд, 2017. - 224 с.

6. И.Н. Щитов Введение в методы оптимизации. \/ И.Н. Щитов. - М.: Высшая школа, 2008. - 206 с.

7. Формалев В. Ф. Численные методы. – 2023. URSS / «ЛЕНАНД».

8. Ясинский И. Ф. Численные методы при моделировании технических систем. – 2025. Изд-во «Лань».

9. IPR SMART http://www.iprbookshop.ru

10. ScienceDirect - http://www.sciencedirect.com.

11. EBSCO Discovery Service (EDS) - http://search.ebscohost.com