

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Метаэвристические и эволюционные методы оптимизации»

Направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль Управление программным инжинирингом

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Воронеж 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний, умений и навыков постановки и решения сложных оптимизационных задач с применением метаэвристических и эволюционных методов, а также практической реализации соответствующих алгоритмов в задачах программного инжиниринга.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение теоретических основ метаэвристических и эволюционных алгоритмов оптимизации;
- освоение методов формализации оптимизационных задач, выбора целевых функций и ограничений;
- приобретение навыков проектирования, настройки и программной реализации генетических, роевых, меметических и гибридных алгоритмов;
- развитие умений проводить вычислительный эксперимент, анализировать качество решений и сравнивать эффективность алгоритмов;
- применение методов оптимизации при решении прикладных задач программного инжиниринга и анализа сложных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метаэвристические и эволюционные методы оптимизации» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метаэвристические и эволюционные методы оптимизации» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-6 - Способен применять математический аппарат в программном инжиниринге

ПК-8 - Способен выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области моделирования и анализа сложных естественных и искусственных систем

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-6	Знать математические модели оптимизационных задач, классы метаэвристических и эволюционных методов, принципы выбора алгоритма и критерии оценки качества решений.
	Уметь формализовать прикладные задачи программного инжиниринга как задачи оптимизации, выбирать целевые

	функции, ограничения и параметры алгоритмов.
	Владеть навыками программной реализации и экспериментального сравнения метаэвристических и эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач.
ПК-8	Знать естественнонаучные и математические основания моделирования сложных систем, возникающих при анализе и оптимизации процессов.
	Уметь выявлять сущность прикладной проблемы, строить модель сложной системы и интерпретировать результаты оптимизационного поиска.
	Владеть навыками анализа вычислительных экспериментов, оценки устойчивости решений и представления результатов моделирования сложных систем.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метаэвристические и эволюционные методы оптимизации» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	99	99
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение

трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в метаэвристические методы оптимизации	Понятие оптимизационной задачи. Точные, эвристические и метаэвристические методы. Ландшафт целевой функции, локальные и глобальные экстремумы. Критерии качества и сложности алгоритмов.	4	6	16	26
2	Эволюционные алгоритмы	Генетические алгоритмы: представление решений, операторы отбора, кроссинговера и мутации. Стратегии эволюции, дифференциальная эволюция, настройка параметров и предотвращение преждевременной сходимости.	4	6	16	26
3	Роевые алгоритмы оптимизации	Метод роя частиц, муравьиные алгоритмы, пчелиные и другие популяционные методы. Коллективное поведение, баланс исследования и эксплуатации, применение к дискретным и непрерывным задачам.	4	6	16	26
4	Метаэвристики локального поиска	Имитация отжига, поиск с запретами, iterated local search, variable neighborhood search. Окрестности решений, стратегии переходов, критерии остановки, анализ траекторий поиска.	2	6	16	24
5	Гибридные и меметические алгоритмы	Комбинирование эволюционных и локальных методов. Многокритериальная оптимизация, Парето-оптимальность, адаптивные и гиперэвристические подходы.	2	6	18	26
6	Вычислительный эксперимент и прикладные задачи	Планирование вычислительных экспериментов, подбор параметров, сравнение алгоритмов, визуализация результатов. Применение метаэвристик в задачах программного инжиниринга и моделирования сложных систем.	2	6	17	25
Итого			18	36	99	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Формализация оптимизационной задачи и исследование пространства решений.

Лабораторная работа 2. Реализация и настройка генетического алгоритма.

Лабораторная работа 3. Применение дифференциальной эволюции к задаче непрерывной оптимизации.

Лабораторная работа 4. Решение комбинаторной задачи муравьиным алгоритмом.

Лабораторная работа 5. Оптимизация методом роя частиц и анализ влияния параметров.

Лабораторная работа 6. Имитация отжига и поиск с запретами для дискретной оптимизации.

Лабораторная работа 7. Сравнительный вычислительный эксперимент и визуализация результатов.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Разработка и исследование метаэвристического алгоритма для решения прикладной оптимизационной задачи».

Возможные направления тем: оптимизация параметров программной системы; решение задачи маршрутизации; планирование расписаний; многокритериальная оптимизация конфигурации программного продукта; эволюционный подбор параметров модели.

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- анализ предметной области и постановка оптимизационной задачи;
- выбор модели, целевой функции, ограничений и критериев качества решения;
- разработка или адаптация метаэвристического/эволюционного алгоритма;
- программная реализация алгоритма и проведение вычислительных экспериментов;
- анализ результатов, сравнение с базовым методом и подготовка выводов.

Курсовой проект включает программную реализацию, результаты вычислительного эксперимента и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-6	Знать математические модели оптимизационных задач, классы метаэвристических и эволюционных методов, принципы	Активная работа на лабораторных занятиях, выполнение заданий вычислительного практикума, защита лабораторных работ и этапов курсового проекта.	Выполнение работ в срок, предусмотренный рабочей программой; ответы показывают понимание основных понятий и методов.	Невыполнение работ в срок, предусмотренный рабочей программой; ответы не подтверждают освоение

	выбора алгоритма и критерии оценки качества решений.			основных понятий и методов.
	Уметь формализовать прикладные задачи программного инжиниринга как задачи оптимизации, выбирать целевые функции, ограничения и параметры алгоритмов.	Решение стандартных задач оптимизации, обоснованный выбор алгоритма и параметров, корректность программной реализации.	Задачи решены в установленном объеме, ход решения и выбор метода обоснованы.	Задачи не решены либо решение не позволяет оценить сформированность умения.
	Владеть навыками программной реализации и экспериментального сравнения метаэвристических и эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач.	Качество программной реализации, воспроизводимость эксперимента, анализ результатов и защита курсового проекта.	Представлена работающая реализация и корректный анализ результатов.	Реализация отсутствует либо результаты не подтверждены экспериментом.
ПК-8	Знать естественнонаучные и математические основания моделирования сложных систем, возникающих при анализе и оптимизации процессов.	Понимание математической и естественнонаучной сущности моделируемой проблемы, корректность терминологии и интерпретации.	Обучающийся корректно объясняет модель, ограничения и смысл полученных результатов.	Обучающийся не раскрывает сущность модели и допускает существенные ошибки в интерпретации.
	Уметь выявлять сущность прикладной проблемы, строить модель сложной системы и интерпретировать результаты оптимизационного поиска.	Построение модели сложной системы, выбор признаков, параметров и критериев анализа.	Модель построена корректно, выводы соответствуют постановке задачи.	Модель построена некорректно либо выводы не соответствуют постановке задачи.
	Владеть навыками анализа вычислительных экспериментов,	Анализ вычислительного эксперимента, оценка устойчивости и качества решения, оформление	Результаты эксперимента интерпретированы обоснованно, выводы	Результаты не проанализированы либо выводы не подтверждены

	оценки устойчивости решений и представления результатов моделирования сложных систем.	выводов.	подтверждены данными.	данными.
--	---	----------	-----------------------	----------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии и оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-6	Знать математические модели оптимизационных задач, классы метаэвристических и эволюционных методов, принципы выбора алгоритма и критерии оценки качества решений.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-89%	Выполнение теста на 70-79%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь формализовать прикладные задачи программного инжиниринга как задачи оптимизации, выбирать целевые функции, ограничения и параметры алгоритмов.	Решение стандартных задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех задач, но допущены отдельные неточности	Продемонстрирован верный ход решения большинства задач	Задачи не решены
	Владеть навыками программной реализации и	Решение прикладных задач	Программная реализация корректна, эксперимент	Реализация в целом корректна, имеются	Решение частично работоспособно, анализ	Работоспособное решение отсутствует

	экспериментального сравнения метаэвристических и эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач.		воспроизводим, выводы обоснованы	отдельные недочеты в эксперименте или выводах	результатов неполный	
ПК-8	Знать естественнонаучные и математические основания моделирования сложных систем, возникающих при анализе и оптимизации процессов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-89%	Выполнение теста на 70-79%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выявлять сущность прикладной проблемы, строить модель сложной системы и интерпретировать результаты оптимизационного поиска.	Решение стандартных задач	Модель и интерпретация результатов полностью соответствуют постановке задачи	Модель в целом корректна, имеются отдельные неточности	Модель построена частично, выводы требуют уточнения	Модель не построена либо не соответствует задаче
	Владеть навыками анализа вычислительных экспериментов, оценки устойчивости решений и представления результатов моделирования сложных систем.	Решение прикладных задач	Экспериментальный анализ выполнен полно, устойчивость и качество решений оценены	Анализ выполнен в целом верно, но отдельные выводы недостаточно обоснованы	Анализ неполный, представлены только базовые выводы	Анализ результатов отсутствует

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что отличает метаэвристический алгоритм от точного метода

оптимизации?

а) гарантированное получение оптимального решения за конечное число шагов;

б) использование общих стратегий поиска при отсутствии гарантии нахождения глобального оптимума;

в) отсутствие целевой функции;

г) применение только к линейным задачам.

2. Какой оператор генетического алгоритма отвечает за комбинирование признаков родительских решений?

а) мутация;

б) кроссинговер;

в) нормализация;

г) элитизм.

3. Что означает преждевременная сходимость популяционного алгоритма?

а) потеря разнообразия решений до нахождения решения приемлемого качества;

б) увеличение размера популяции;

в) отсутствие критерия остановки;

г) гарантированное получение точного решения.

4. В методе роя частиц новое положение частицы обычно изменяется с учетом:

а) только случайного числа;

б) собственного лучшего положения и лучшего положения роя;

в) только ограничений задачи;

г) только значения градиента.

5. Феромонная матрица является ключевым элементом:

а) генетического алгоритма;

б) муравьиного алгоритма;

в) метода Ньютона;

г) метода ветвей и границ.

6. При имитации отжига вероятность принятия худшего решения обычно уменьшается при:

а) увеличении температуры;

б) снижении температуры;

в) увеличении размерности задачи;

г) удалении целевой функции.

7. Многокритериальная оптимизация часто использует понятие:

а) Парето-оптимальности;

б) единственного глобального максимума;

в) лексического анализа;

г) нормальной формы Бойса-Кодда.

8. Какой показатель применяется для сравнения качества решений в вычислительном эксперименте?

а) значение целевой функции;

- б) имя файла с программой;
- в) цвет интерфейса;
- г) формат отчета.

9. Что является типичным критерием остановки метаэвристики?

- а) заданное число итераций или отсутствие улучшения;
- б) смена операционной системы;
- в) добавление нового пользователя;
- г) изменение шрифта в отчете.

10. Гибридный алгоритм обычно предполагает:

- а) сочетание нескольких методов поиска;
- б) запрет локального поиска;
- в) отсутствие параметров;
- г) решение только учебных задач.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Для задачи коммивояжера задана матрица расстояний:

	1	2	3	4
1	-	27	44	028
2	47	-	43	36
3	29	26	-	29
4	34	35	34	-

2. Для 4 городов из задачи 1 задана матрица феромонов:

	1	2	3	4
1	-	0,8	0,5	0,7
2	0,6	-	0,9	0,4
3	0,7	0,5	-	1
4	0,3	0,8	0,6	-

Муравей находится в городе 1 и еще не посещал города 2, 3, 4. При $\alpha = 1$, $\beta = 2$ и $\tau_{ij} = 1/d_{ij}$ рассчитать вероятность перехода из города 1 в город 2.

3. Муравей построил маршрут 1-2-4-3-1 длиной $L = 126$. Начальное значение $\tau_{12} = 0,8$, коэффициент испарения $\rho = 0,2$, $Q = 100$. Рассчитать новое значение феромона на ребре 1-2 после испарения и добавления феромона.

4. Для выбора родителей методом рулетки заданы значения функции приспособленности: $A = 8,2$; $B = 3,2$; $C = 1,4$; $D = 1,2$; $E = 4,2$; $F = 0,3$. Рассчитать вероятности выбора каждой особи и определить, какая особь будет выбрана при случайном числе $r = 0,47$.

5. Для турнирного отбора с $k = 2$ заданы значения fitness: особь 1 - 11, особь 2 - 18, особь 3 - 14, особь 4 - 15, особь 5 - 19, особь 6 - 13. В первом турнире выпали особи 1 и 4, во втором - 2 и 5. Определить двух родителей.

6. Даны родители для бинарной задачи: $P1 = \{0, 0, 0, 1, 1\}$, $P2 = \{1, 1, 1, 0, 1\}$. Выполнить одноточечный кроссинговер после второго гена по правилу: первая часть берется от $P1$, вторая - от $P2$. Записать полученного потомка.

7. Для потомка $\{0, 0, 1, 0, 1\}$, полученного после скрещивания, выполнить мутацию-инверсию второго гена. Записать новую хромосому и определить ее

вес, если веса предметов равны {2, 1, 3, 4, 6}.

8. Для маршрутов $R1 = 1-2-4-3-1$ и $R2 = 1-4-3-2-1$ по матрице расстояний из задания 1 рассчитать длины маршрутов и указать маршрут с меньшей длиной.

9. В алгоритме имитации отжига текущее значение целевой функции равно 126, предложенное новое значение равно 134, температура $T = 20$. Рассчитать вероятность принятия худшего решения по формуле $p = \exp(-(134-126)/T)$.

10. В алгоритме пчелиной колонии три источника пищи имеют значения качества $f1 = 18$, $f2 = 12$, $f3 = 30$. Рассчитать вероятности выбора источников пчелами-наблюдателями по правилу $p_i = f_i / \sum(f_k)$ и определить, какой источник будет выбран при $r = 0,62$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Построить первый шаг муравьиного алгоритма для задачи коммивояжера на 4 городах. Использовать матрицу расстояний

	1	2	3	4
1	-	27	44	028
2	47	-	43	36
3	29	26	-	29
4	34	35	34	-

и матрицу феромонов

	1	2	3	4
1	-	0,8	0,5	0,7
2	0,6	-	0,9	0,4
3	0,7	0,5	-	1
4	0,3	0,8	0,6	-

$\alpha = 1$, $\beta = 2$. Рассчитать вероятности перехода из города 1 в города 2, 3, 4 и выбрать следующий город по правилу максимальной вероятности.

2. Для маршрутов 1-2-3-4-1, 1-3-4-2-1, 1-4-2-3-1 рассчитать суммарные расстояния по матрице из задания 7.2.2.1. Для генетического алгоритма принять $fitness = 500/L$. Рассчитать $fitness$ каждого маршрута и вероятности выбора родителей методом рулетки.

3. В генетическом алгоритме для задачи коммивояжера заданы родители $P1 = 1-2-3-4-1$ и $P2 = 1-4-2-3-1$. Выполнить двухточечный кроссинговер: у первого потомка оставить из $P1$ города на позициях 2 и 3, остальные позиции заполнить городами из $P2$ в порядке их появления без повторов. Записать потомка и рассчитать длину его маршрута.

4. Для задачи о рюкзаке заданы веса предметов $\{2, 1, 3, 4, 6\}$, ценности $\{3, 2, 4, 5, 15\}$, ограничение по весу $W = 10$. Проверить хромосомы $\{1, 0, 1, 0, 1\}$, $\{0, 1, 0, 1, 0\}$, $\{0, 0, 1, 1, 0\}$: рассчитать вес, ценность и определить допустимые решения.

5. Для имитации отжига при минимизации длины маршрута текущее решение имеет $L = 121$. На трех последовательных шагах получены новые значения 129, 118, 124 при температурах $T_1 = 25$, $T_2 = 20$, $T_3 = 15$. Для худших решений рассчитать вероятность принятия; для лучшего решения указать, принимается ли оно без вероятностной проверки.

6. В алгоритме пчелиной колонии для трех источников заданы координаты и значения функции: $S_1: x = 2, f = 18$; $S_2: x = 5, f = 12$; $S_3: x = 7, f = 30$. Для источника S_1 рабочая пчела получила новое положение $v = 3$ и качество $f(v) = 21$. Определить, будет ли заменен источник S_1 , затем пересчитать вероятности выбора источников наблюдателями.

7. В пчелином алгоритме значение счетчика $trial$ для источников равно: $S_1 = 2$, $S_2 = 5$, $S_3 = 1$, $limit = 4$. Определить, какой источник должен быть заброшен разведчиком, и предложить новое случайное положение источника в диапазоне x от 0 до 10.

8. Для муравьиного алгоритма после построения маршрута 1-2-4-3-1 длиной 126 выполнить обновление феромонов на ребрах этого маршрута при $\rho = 0,2$, $Q = 100$. Начальные значения феромонов на ребрах маршрута: $\tau_{12} = 0,8$, $\tau_{24} = 0,4$, $\tau_{43} = 0,6$, $\tau_{31} = 0,7$. Рассчитать новые значения.

9. Для сравнения трех метаэвристик получены лучшие длины маршрута за 5 запусков: GA: 121, 128, 126, 123, 125; ACO: 118, 124, 122, 120, 119; SA: 130, 126, 129, 127, 128. Рассчитать среднее значение для каждого алгоритма и выбрать алгоритм с лучшим средним результатом.

10. Составить один цикл гибридного алгоритма для задачи коммивояжера: сначала выбрать двух родителей методом рулетки из маршрутов задания 2, затем получить потомка кроссинговером из задания 3, затем применить локальное улучшение перестановкой двух соседних городов. Рассчитать длину маршрута до и после локального улучшения для выбранной перестановки.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Понятие оптимизационной задачи, целевая функция, ограничения, допустимое множество.
2. Классификация методов оптимизации: точные, эвристические, метаэвристические.
3. Представление решений и операторы генетического алгоритма.
4. Методы отбора в эволюционных алгоритмах.
5. Дифференциальная эволюция: схема работы и параметры.
6. Метод роя частиц: модель движения частицы и настройка параметров.
7. Муравьиные алгоритмы и механизм феромонного следа.
8. Имитация отжига: температурный график и критерий принятия решений.
9. Поиск с запретами: память поиска и управление окрестностью.
10. Многокритериальная оптимизация и Парето-оптимальность.
11. Гибридные и меметические алгоритмы.
12. Планирование вычислительного эксперимента для сравнения алгоритмов.
13. Метрики качества решения и вычислительной эффективности.
14. Применение метаэвристик в задачах программного инжиниринга.
15. Анализ устойчивости и воспроизводимости результатов оптимизационного поиска.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит теоретический вопрос, тестовые задания и практическую задачу. Теоретический вопрос оценивается до 5 баллов, тестовые задания - до 5 баллов, практическая задача - до 10 баллов. Максимальное количество баллов - 20.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал менее 10 баллов.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся набрал от 10 до 13 баллов.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся набрал от 14 до 17 баллов.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся набрал от 18 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в метаэвристические методы оптимизации	ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Эволюционные алгоритмы	ПК-6, ПК-8	Тест, решение стандартных задач, защита лабораторных работ
3	Роевые алгоритмы оптимизации	ПК-6, ПК-8	Тест, решение прикладных задач, защита лабораторных работ

4	Метаэвристики локального поиска	ПК-6, ПК-8	Тест, решение стандартных задач, защита лабораторных работ
5	Гибридные и меметические алгоритмы	ПК-6, ПК-8	Тест, решение прикладных задач, защита лабораторных работ
6	Вычислительный эксперимент и прикладные задачи	ПК-6, ПК-8	Защита лабораторных работ, защита курсового проекта, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Карпенко, А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации: алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие / А. П. Карпенко. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 446 с. - ISBN 978-5-7038-3949-2. - Текст: электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [сайт]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?id=560390&page=book_red&razdel=276.

2. Гладков, Л. А. Генетические алгоритмы: учебник / Л. А. Гладков, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик; под ред. В. М. Курейчика. - Москва: Физматлит, 2010. - 317 с. - ISBN 978-5-9221-0510-1. - Текст: электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: [сайт]. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68417>.

3. Черняк, А. А. Методы оптимизации: теория и алгоритмы: учебник для вузов / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк, Ю. М. Богданович. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2026. - 354 с. - ISBN 978-5-534-04103-3. - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт: [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/585460>.

4. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации: учебное пособие для вузов / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 344 с. - ISBN 978-5-507-44229-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/221324>.

5. Методы стохастической оптимизации: учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 67 с. - ISBN 978-5-7782-2861-0. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118265>.

6. Организация самостоятельной работы обучающихся: методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с.

7. Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) по программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. 10 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

8.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

- Windows Professional 8.1 Single Upgrade MVL A Each Academic
- Office Professional Plus 2013 Single MVL A Each Academic

Свободно распространяемое ПО:

- Visual Studio Community
- Visual Studio Code
- Oracle VM VirtualBox

Отечественное ПО:

- Архиватор 7z
- Adobe Acrobat Reader
- ОС «Альт Образование»

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современные профессиональные базы данных и

информационные справочные системы:

- Образовательный портал ВГТУ: <https://old.education.cchgeu.ru/>
- Электронная библиотека ВГТУ: <https://bibl.cchgeu.ru/catalog/>
- Электронно-библиотечная система IPR SMART:

<https://www.iprbookshop.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
- Научная электронная библиотека: www.elibrary.ru
- Информационно -справочная система ВГТУ: <https://wiki.cchgeu.ru/>
- <https://metanit.com/>
- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>
- <https://proglib.io>
- <https://msdn.microsoft.com/ru-ru/>
- <https://docs.microsoft.com/>

8.2.3 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- лекции с применением мультимедийных средств;
- обучение прикладным информационным технологиям, ориентированным на специальность, в рамках лабораторных работ с применением лицензионного программного обеспечения.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий используется аудитория или лаборатория, оснащенная проектором для проведения лекций.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная техническими средствами обучения: компьютерами с лицензионным программным для проведения лабораторного практикума, с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, мультимедиа-проектором, из следующего перечня:

- 408/2 (Лаборатория разработки программных систем)
- 412/2 (Лаборатория микропроцессорной техники);
- 415/2 (Лаборатория распределённых вычислений);
- 417/2 (Лаборатория автоматизации проектирования вычислительных комплексов и сетей);
- 419/2 (Лаборатория телекоммуникационных систем).

Лаборатории расположены по адресу: 394018, г. Воронеж, Плехановская, 11 (учебный корпус №2).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метаэвристические и эволюционные методы

оптимизации» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к экзамену	Готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. При подготовке необходимо повторить теоретические вопросы, разобрать выполненные лабораторные работы, проанализировать материалы курсового проекта и потренироваться в решении типовых задач оптимизации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--

Лист согласования

Автор	Олейникова Светлана Александровна	Подписано	30.06.2026 15:22:38
Заведующий кафедрой	Барабанов Владимир Федорович	Подписано	30.06.2026 15:23:56
Руководитель образовательной программы	Олейникова Светлана Александровна	Подписано	30.06.2026 15:29:20
Декан факультета	Бредихин Алексей Вячеславович	Утверждено	02.07.2026 7:58:16