



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Направление подготовки (специальность)
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

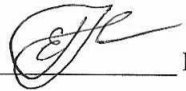
Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	5

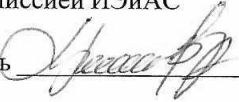
Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Теплотехнических и энергетических систем
06.02.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры ТиЭС, канд. техн. наук  М.А. Лемешко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО "ММК",
канд. техн. наук

 В.Н. Михайловский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой ____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой ____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой ____ Е.Г. Нешпоренко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой ____ Е.Г. Нешпоренко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» являются:

- развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование необходимых компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.1 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль подготовки – Энергообеспечение предприятий;
- изучение структуры и принципов построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, закономерностей и характерных особенностей ее функционирования, а также составление и анализ энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теплотехнический аудит промышленных предприятий входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Гидрогазодинамика

Техническая термодинамика

История теплоэнергетики

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектная деятельность

Тепломассообменное оборудование предприятий

Теплоэнергетические системы промышленных предприятий

Технологические энергоносители предприятий

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 39,2 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 69,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Теплотехнический аудит								
1.1 Теплотехнический аудит промышленного предприятия , основные характеристики.	5	2		2	12,9	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ№1].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.2 Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП.		2		2	10	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой. Приложение 1 [ИДЗ№2] .	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.3 ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом.		4		4	10	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ№3].	Текущий контроль успеваемости .	ПК-3.1, ПК-3.2

1.4 Тепловой баланс ПП его классификация и структура.		2		2	5	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №4].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.5 Методы сведения балансов горючих ВЭР.		2		2	5	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №5].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.6 Методы сведения балансов производственного пара.		2		2	5	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №6].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.7 Низкопотенциальные ВЭР.		2		2	5	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №7].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.8 Утилизационные установки.		1		1	8	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №8].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
1.9 Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР.		1		1	8,2	Выполнение практических работ (решение задач), предусмотренных рабочей программой дисциплины. Приложение 1 [ИДЗ №9].	Текущий контроль успеваемости.	ПК-3.1, ПК-3.2
Итого по разделу		18		18	69,1			
Итого за семестр		18		18	69,1		экзамен	
Итого по дисциплине		18		18	69,1		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходит с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Митрофанов, С. В. Энергоаудит систем освещения : учебное пособие / С. В. Митрофанов. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 102 с. — ISBN 978-5-7410-2218-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159873>

2. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 286 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521>

б) Дополнительная литература:

1. Агапитов, Е. Б. Энергетика и охрана окружающей среды : учебное пособие [для вузов] / Е. Б. Агапитов, В. Н. Михайловский, М. С. Соколова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD- ROM. - ISBN 978-5-9967-1691-3. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2611>. - ISBN 978-5-9967-1691-3. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Иванов, Ю. Н. Основы международной статистики : учебник / под общ. ред. д-ра экон. наук Ю.Н. Иванова. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 621 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003641-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/945546>

в) Методические указания:

1. [Текст]:Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 10 с.

2. Т.П.Семенова, Н.Г. Злоказова Определение коэффициентов местных сопротивлений воздуховодов[Текст]:Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014 – 6 с.

3. Т.П.Семенова, М.С Каблукова Испытание автономного кондиционера [Текст]:Методические указания Магнитогорск, Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015 – 6 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
ABC Pascal	свободно	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	http://www.springerprotocols.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	http://zbmath.org/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкордиум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- мультимедийное оборудование, система автоматического зашторивания с экраном, доска.

Учебная лаборатория-аудитория для проведения лабораторных, практических и лекционных занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- доска, мел.

Учебные аудитории, помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ)

1. Теплоэнергетическая система промышленного предприятия и ее характеристика

Общая характеристика теплоэнергетической и энерготехнологической систем (ТЭС и ЭТС) промышленных предприятий (ПП).

Значение ТЭС ПП для эффективного использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), их классификация.

Рациональное построение ТЭС ПП, как один из путей экономии энергоресурсов.

ТЭС ПП на примере металлургического комбината с полным технологическим циклом. Задача оптимального построения ТЭС ПП.

Топливный баланс реального металлургического комбината.

Причины больших значений расходов топлива на выпуск единицы продукции промышленными предприятиями.

Пути экономии ТЭР.

2. Внутренние энергоресурсы и их использование в системах теплоэнергоснабжения ПП

Реальные графики выхода и потребления энергоресурсов и их учет.

Понятие внутренних энергетических ресурсов (ВЭР) ПП.

Особенности использования ВЭР, их энергетический потенциал.

Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы.

Методы определения величины выхода горючих и тепловых ВЭР.

Энергетическая эффективность использования ВЭР.

Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. Определение экономии топлива при использовании тепловых ВЭР.

Экономическая эффективность использования ВЭР.

Внутренние энергетические ресурсы и ТЭС ПП.

3. ТЭС ПП металлургического комбината с полным технологическим циклом

Структура теплоэнергетической и энерготехнологической систем комбината. Энергетические характеристики основных производств (коксохимическое, агломерационное, доменное, сталеплавильное, прокатное).

4. Тепловой баланс ПП его классификация и структура

Принципы составления теплового баланса.

Структура теплового баланса предприятий, его виды.

Тепловой баланс потребителей теплоты.

Паровой и конденсатный балансы предприятия.

Тепловой баланс предприятия с собственной котельной.

Расходы теплоты на технологические нужды, отопление, вентиляцию и систему горячего водоснабжения.

Удельные нормы теплоты на выработку отдельных видов продукции, влияние основных факторов.

Топливо-энергетический и материальный балансы отдельных производств металлургического комбината с полным технологическим циклом и комбината в целом. Основные понятия эксергетического анализа.

Составление эксергетического баланса.

Примеры составления эксергетического баланса некоторых основных производств металлургического комбината.

5. Методы сведения балансов горючих ВЭР

Особенности использования горючих ВЭР.

Методы сведения балансов горючих ВЭР и снижения их потерь.

Буферные потребители горючих ВЭР.

Методы использования периодических выходов горючих газов.

Конструкция и особенности работы аккумуляторов газа (газгольдеров).

Схемы использования периодических выходов горючих газов с применением аккумуляторов теплоты.

6. Методы сведения балансов производственного пара

Причины возникновения дебалансов пара.

Методы сведения балансов производственного пара.

Использование заводской ТЭЦ в качестве звена, замыкающего баланс производственного пара по заводу.

Аккумуляторы пара.

Выравнивание паропроизводительности утилизационных установок за счет использования подтопки с рециркуляцией газов.

Пиковые паровые котлы.

Использование избытков пара утилизационных установок, в том числе для выработки электроэнергии.

7. Низкопотенциальные ВЭР

Низкопотенциальные ВЭР, определение и классификация.

Повышение давления пара в турбокомпрессорах.

Сезонное использование физической теплоты газов с низкой температурой.

Схемы использования теплоты охлаждения конструктивных элементов технологических агрегатов.

Использование низкопотенциальных ВЭР в вентиляционных схемах промышленных предприятий.

8. Утилизационные установки

Утилизационные установки (УУ) в энергосистеме промышленного предприятия.

Общая характеристика УУ.

Оптимальное распределение горючих ВЭР.

Использование избыточного давления газов и жидкостей.

Утилизационные установки, использующие ВЭР в виде физической теплоты газов, горячей продукции, охлаждения элементов конструкций агрегатов и т.д.

Выбор параметров пара утилизационных установок.

Схемы установки котла-утилизатора в газовом тракте технологического агрегата.

9. Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР

Комплексное использование горючих и тепловых ВЭР, а также избыточного давления газа на примере доменного производства.

Схемы применения газовых утилизационных бескомпрессорных турбин и их особенности.

Использование теплоты доменного газа, уходящих газов доменных воздухоподогревателей,

Использование теплоты пара системы испарительного охлаждения и тепла доменного шлака.

Примерные темы практических занятий (ПТПЗ)

1. Расчеты по определению выхода тепловых и горючих ВЭР и их энергетического потенциала.
2. Определение экономии топлива, при использовании горючих ВЭР. Расчет степени сухости и энтальпии влажного пара, получаемого на утилизационных установках с использованием балансовых уравнений.
3. Определение экономии топлива, при использовании тепловых ВЭР для случаев наличия на заводе котельных и ТЭЦ.
4. Расчеты параметров пара утилизационных установок. Выбор оптимальных параметров пара при утилизации тепловых ВЭР.
5. Расчет параметров доменного газа за газовой утилизационной бескомпрессорной турбиной и ее мощности при расширении насыщенного доменного газа.
6. Расчет теплового баланса доменных воздухонагревателей.

7. Тепловой расчет парового аккумулятора с определением аккумулирующей способности, его водяного и геометрического объема.
8. Определение экономии топлива за счет повышения давления пара низких параметров в компрессорах.
9. Расчет теплового баланса доменного производства.

Оценочные средства проведения промежуточной аттестации (экзамена)

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
ПК-3 - Способен к сбору, обработке, анализу и обобщению результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний		
ПК-3.1	Осуществляет сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований	<i>Методы измерения расходов жидкостей и газов, умение представить результаты измерений в графическом виде, оценить погрешности измерений:</i> 1.Как пользоваться ультразвуковым датчиком расхода? 2.Когда можно использовать вихревые датчики расхода? 3.Когда используются тахометрические датчики расхода? 4.Перечислите требования к использованию теплосчетчиков. 5.Какие требования по точности предъявляются к замерам температуры теплоносителя 6. Какие требования по точности предъявляются к замерам давления теплоносителя
ПК-3.2	Подготавливает предложения для составления планов и методических программ	<i>Практические задания:</i> Конструктивная схема здания цеха выполнена из шлакобетонных блоков толщиной 400 мм и полом, расположенном на грунте. Покрытие здания (крыша), представляет собой монолитную железобетонную плиту толщиной 200 мм. Светопрозрачные заполнения (окна), площадью 420 м,² выполнены в переплетах из алюминиевых

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	<i>Оценочные средства</i>
	экспериментальных исследований и разработок, практических рекомендаций по исполнению их результатов	сплавов с однокамерными стеклопакетами. Размеры здания 100х23 м, высота 10 м. Строительство цеха относится к застройке до 2000 г. Рассчитать теплотери через ограждающие поверхности цеха, предложить рекомендации по их реконструкции в соответствии со СНиП 23.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теплотехнический аудит промышленных предприятий» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, при условии выполнения текущих практических заданий, выявляющих степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.