



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

03.03.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ СРЕДСТВАМИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Современный автоматизированный электропривод в производственных и технических  
системах

Уровень высшего образования - магистратура

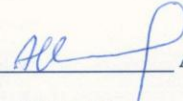
Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	1
Семестр	2

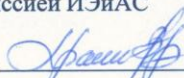
Магнитогорск  
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники  
26.02.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры АЭПиМ, д-р техн. наук  А.С. Сарваров

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук

 А.Ю. Юдин



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Энерго – и ресурсосбережения средствами автоматизированного электропривода» являются изучение теории и практики применения автоматизированных электроприводов для решения задач энерго-и ресурсосбережения в промышленности и в сфере жизнеобеспечения.

Для достижения поставленной цели в данной дисциплине решаются задачи, связанные по изучению:

- возможностей автоматизированных электроприводов в области энерго – и ресурсосбережения и их возможностей в реализации программ повышения энергоэффективности эксплуатации оборудования.

- нормативно-правовой базы в этой области проблем; основных факторов, обеспечивающих энергоэффективность эксплуатации электротехнических устройств общего и специального назначения;

- общих принципов оценки энергоэффективности и остаточного ресурса оборудования;

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Регулируемый электропривод постоянного тока

Энергоменеджмент

Энергоаудит

Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способность разрабатывать концепции системы электропривода
ПК-2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 73 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Введение. Научно-методическая база энерго – и ресурсосбережения средствами								
1.1 Электропривод и технологические процессы	2	0,8		12/4И	1, 6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
1.2 Энергетические модели электродвигателей. Пути реализации энерго- и ресурсосбережения в электроприводах		0,8			1, 6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
1.3 Нормативно-правовая база по проблемам энергосбережения и повышения энергоэффективности в РФ.		0,8			1, 6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
1.4 Роль современного автоматизированного электропривода в реализации энергосбережения.		0,8			1, 6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1

1.5	Современное состояние проблемы повышения энергоресурсоэффективности средствами автоматизированного электропривода.		0,8			1,6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к практическом	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные работы	ПК-2.1
Итого по разделу		4		12/4И	8				
2.	Раздел Энергосбережение	2.	в						
2.1	Энергосберегающие двигатели		0,8		12/4И	5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
2.2	Экономия энергии при замене малозагруженных двигателей		0,8			5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
2.3	Экономия энергии за счет ограничения времени холостого хода двигателей	2	0,8			5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
2.4	Энерго- и ресурсосбережение за счет улучшения условий пусков		0,8			5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
2.5	Снижение потерь за счет компенсации реактивной энергии		0,8			5,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
Итого по разделу		4		12/4И	27				
3.	Раздел 3. Регулируемый электропривод, как основное средство энерго-								

3.1 Частотно-регулируемый асинхронный электропривод	2	1,2		18/8И	5, 4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
3.2 Электропривод постоянного тока. система преобразователь-двигатель		1,2			5, 4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
3.3 Системы с тиристорными преобразователями напряжения		1,2			5, 4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
3.4 Системы на базе асинхронного вентильного каскада.		1,2			5, 4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
3.5 Аналитический обзор публикаций по теме.		1,2			5, 4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
Итого по разделу	6		18/8И	27				
4. Раздел 4. Ресурсосбережение оборудования в составе электроприводов. Проблемы								
4.1 Научно-методические основы диагностирования оборудования и оценки остаточного эксплуатационного	2	1,2 5		12/4И	3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
4.2 Аналитический обзор научных публикаций по проблемам ресурсосбережения в электроприводах.		1,5			3	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1

4.3	Применения программно-технических устройств мониторинга состояния электроприводов.		1,2 5			1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к	Семинарские занятия. Устный опрос (собеседование). Контрольные	ПК-2.1
Итого по разделу		4		12/4И	7				
5. Подготовка к аттестации									
5.1	зачет с оценкой	2					Подготовка к зачету с	Зачет с оценкой	ПК-2.1
Итого по разделу					2				
Итого за семестр		18		54/20 И	69			зао	
Итого по дисциплине		18		54/20 И	71			зачет с оценкой	



## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Энерго, и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» используются традиционная и модульно-компетентностные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Энерго, и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Весь материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При этом часть практических занятий проводится в интерактивной форме с использованием методов интерактивного обучения. При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы информационных технологий.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к проработке тем в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

## **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. Краснов, И. Ю. Методы и средства энергосбережения на промышленных предприятиях : учебное пособие / И. Ю. Краснов. — Томск : ТПУ, 2013. — 181 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45143> (дата обращения: 14.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Артюшкин, В. Н. Энергосбережение при эксплуатации магистральных насосных агрегатов : монография / В. Н. Артюшкин, В. К. Тян. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 112 с. - ISBN 978-5-9729-0375-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168660> (дата обращения: 14.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. Организация энергосбережения (энергоменеджмент). Решения ЗСМК-НКМК-НТМК-ЕВРАЗ : учебное пособие / под ред. В. В. Кондратьева. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 108 с. — (Управление производством). - ISBN 978-5-16-009612-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1164595> (дата обращения: 14.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

### **в) Методические указания:**

1. Безик, В. А. Энергосбережение и энергоэффективность : методические рекомендации / В. А. Безик, Н. И. Яковенко. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 16 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171980> (дата обращения: 14.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
GIMP	свободно	бессрочно
FlowVision	К-93-09 от 19.06.2009	бессрочно
Виртуальный стенд системы автоматического управления технологическим параметром	свидетельство №2013612340	бессрочно
Autodesk AutoCAD Electrical 2019	учебная версия	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

## 9. Материальное техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материальное техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## **Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, написания рефератов, подготовка к практическими лабораторным занятия и рубежному контролю по темам, сформулированным в п.4. РПД.

### **Примерный перечень тем для подготовки презентаций к обсуждению на практических занятиях:**

1. Нормативные документы по реализации мероприятий в области энергосбережения. Презентация краткого содержания.
2. Роль частотного регулирования в энергосбережении на примере электроприводов вентиляторного типа.
3. Возможности энерго- и ресурсосбережения на основе систем тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный электродвигатель.
4. Современные конструкции энергосберегающих асинхронных электродвигателей (базовый вариант компенсированного электродвигателя)
5. Пути решения проблем энерго, - ресурсосбережения в электроприводах постоянного тока технологических агрегатов.
6. Возможности энергосбережения за счет применения многоскоростных электродвигателей.
7. Проблемы энергосбережения в электроприводах, используемых сфере коммунального хозяйства.
8. Структура системы диагностирования электроприводов.
9. Основные технические устройства систем вибродиагности.
10. Системы теплового мониторинга состояния электродвигателей в задачах ресурсосбережения.
11. Схемные решения и технические средства улучшения гармонического состава токов и напряжения.
12. Автоматизированные системы учета потребления электроэнергии электроприводами технологических агрегатов
13. Системы прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования .
14. Пути повышения надежности эксплуатации электроприводов технологических агрегатов.
15. Обеспечение надежности эксплуатации электроприводов в условиях промышленных помех.

### **Примерные аудиторные контрольные работы (рубежный контроль):**

*Рубежный контроль по теме «Научно-методическая база энерго – и ресурсосбережения средствами автоматизированного электропривода»*

1. Учет энергосберегающих технологий при проектирования электротехнических комплексов
2. Нормативные документы, действующие в области энергосбережения и их краткое содержание.
3. Составить последовательность разработки программ по энергосбережению и основные стадии этого процесса.
4. Структура проектов ЭКЭС и порядок осуществления их экспертизы с позиции энергосбережения.
5. Обучение эксплуатационного персонала и организация эксплуатации с использованием энергосберегающих программ.
6. Основные этапы проведения оценки мероприятий по энергосбережению

7. Характеристики оценки энергоэффективности систем электропривода и других энергоёмких потребителей.
8. Нормирование показателей эксплуатационного ресурса оборудования и пути повышения длительности эксплуатации оборудования

*Рубежный контроль по теме «Пути реализации энергосбережения в электроприводе»*

9. Оценка влияния замены электродвигателей на энергоэффективность эксплуатации оборудования.
10. Влияние пуско-регулирующих устройств полупроводниковой техники на энерго- и ресурсосбережение в технологических процессах.
11. Оценка влияния тиристорных пусковых устройств на энерго- и ресурсоэффективность.
12. Роль частотного регулирования в энергосбережении в механизмах вентиляторного типа.
13. Проблемы улучшения энергетических показателей систем ТП-Д прокатных станов.
14. Оценка возможностей многоскоростных асинхронных электродвигателей в реализации энергосберегающих режимов эксплуатации.

*3. Рубежный контроль по теме «Роль организационно-технических мероприятий в энерго- и ресурсосбережении»*

15. Организация эксплуатации электрохозяйства промышленного предприятия.
16. Организация пусконаладочных работ и технического обслуживания ЭКЭС.
17. Разновидности электромагнитных помех в ЭКЭС и их классификация
18. Принципы нормирования электромагнитных помех в электротехнических установках
19. Схемные и технические средства улучшения гармонического состава токов и напряжения.

*4. Рубежный контроль по теме «Ресурсосбережение оборудования в составе электроприводов. Проблемы диагностирования и повышения надежности»*

20. Принципы построения диагностических моделей.
21. Спектральные системы вибро-, -и акустодиагностики.
22. Основные технические средства реализации вибродиагностических систем.
23. Системы теплового мониторинга. Тепловизоры и опыт диагностирования на их основе.
24. Встроенные системы диагностирования и мониторинга ЭКЭС.
25. Системы диагностирования объектно-ориентированных ЭКЭС.
26. Современные программно-технические средства и системы экспертных оценок.

## Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства :
ПК-2: Способностью разрабатывать концепции системы электропривода		
ПК 2.1	Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода	<p><b>Перечень вопросов для проведения зачетных мероприятий.</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. В каких источниках информации отражены передовой отечественный и зарубежный научно-производственный опыт в профессиональной сфере деятельности;</li><li>2. Перечислите основные направления и пути реализации энерго- и ресурсосбережения в сфере эксплуатации электроприводов</li><li>3. Какие методы оценки влияния параметров и характеристик электродвигателей на показатели энерго-и ресурсоэффективности эксплуатации электроприводов применяют при разработке концепции системы электропривода;</li><li>4. Какие новые решения в электромоторостроении, способствующие созданию энергоэффективных электродвигателей получили развитие;</li><li>5. Как оценивается влияние пускорегулирующих устройств на показатели работы электроприводов;</li><li>6. Приведите примеры влияние автоматизированных электроприводов на повышение энергоэффективности технологических процессов за счет регулирования основных координат и методы оценки;</li><li>7. В каких программных пакетах реализованы современные методы расчета, проектирования, конструирования и направления модернизации электроприводов с использованием систем современных средств автоматизированного электропривода с применением преобразовательной техники и компьютерных средств для решения задач энерго- ресурсосбережения.</li><li>8. Какие нормативные документы по реализации мероприятий в области энергосбережения существуют?</li><li>9. Какова роль частотного регулирования в энергосбережении на примере электроприводов вентиляторного типа.</li><li>10. Оцените возможности энерго- и ресурсосбережения на основе систем тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный электродвигатель.</li><li>11. Современные конструкции энергосберегающих асинхронных электродвигателей (базовый вариант компенсированного электродвигателя)</li></ol>

		<p>12. Как решаются проблемы энерго-, ресурсосбережения в электроприводах постоянного тока технологических агрегатов.</p> <p>13. Оцените возможности энергосбережения за счет применения многоскоростных электродвигателей.</p> <p>14. Охарактеризуйте проблемы энергосбережения в электроприводах, используемых в сфере коммунального хозяйства.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Энерго- и ресурсосбережение средствами автоматизированного электропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме тестирования и экзамена.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме.

Для подготовки к зачету с оценкой необходимо изучить темы лекций и темы для самостоятельного изучения с использованием основной, дополнительной литературы, методических указаний, а также интернет-ресурсов (п. 8).

***Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:***

- 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.