

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 30 » мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.О.21 «Физико-химические основы водоподготовки»
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль/программа «Энергообеспечение предприятий»
Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения: очная
Факультет: Информационных технологий
Кафедра-разработчик рабочей программы: Нефтехимического синтеза
Курс 2, семестр 4

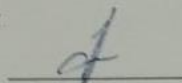
Очная	Часы	Зач. ед.
Лекции	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Контроль самостоятельной работы	63	1,75
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации	Дифференцированный зачет	
Всего	144	4

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 143 от 28.02.2018) по направлению 13.03.01. «Теплоэнергетика и теплотехника», на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:

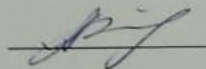
Доцент кафедры НХС



О.Л. Ахсанова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры нефтехимического синтеза, протокол от 06 апреля 2022 г. № 8.

Зав. кафедрой НХС

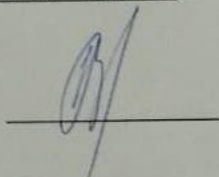


Р.З. Агзамов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ЭТЭОП, реализующей подготовку основной образовательной программы от 21 апреля 2022 г. № 8.

Зав. кафедрой ЭТЭОП



Е.В. Тумаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» являются:

- а) формирование знаний о физико-химических основах водоподготовки в промышленной теплоэнергетике;
- б) обучение технологии получения водного теплоносителя требуемого качества;
- в) обучение способам обеспечения эффективной и надежной работы испарительных установок, тепловых сетей и технологического оборудования.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические основы водоподготовки» относится к обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.17 Общая химия;
- б) Б1.О.13 Физика;
- в) Б1.О.12 Математика.

Дисциплина «Физико-химические основы водоподготовки» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.01.01 Эксплуатация и ремонт теплоэнергетических установок;
- б) Б1.В.ДВ.02.01 Очистка сточных вод и утилизация отходов энергоустановок нефтехимических предприятий.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ОПК-2.1 Знает базу физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования и исследования систем производства энергии и энергообеспечения объектов;

ОПК-2.2 Умеет анализировать и моделировать системы производства пара, горячей воды и электрической энергии, а также системы энергоснабжения различных объектов;

ОПК-2.3 Владеет методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования источников производства и распределения энергии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) основные методы определения показателей качества воды;
- б) причины образования отложений и коррозии металла в элементах и узлах теплоэнергетического оборудования и методы борьбы с ними;
- в) теоретические основы физико-химических процессов обработки воды;

2) Уметь:

- а) применять на практике основные методики контроля качественных и технологических показателей природных и сточных вод;
- б) ставить физико-химический эксперимент по выбору оптимальных режимов очистки воды;
- в) выполнять расчеты отдельных технологических процессов и аппаратов;
- г) оценивать эффективность и технико-экономические показатели различных методов водоочистки;

3) Владеть:

- а) методами анализа по определению качественных показателей воды;
- б) навыками выбора оборудования водоподготовки;
- в) способами осуществления надежной и экономичной эксплуатации водоподготовительных установок.

4. Структура и содержание дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения про- межуточной аттеста- ции по разделам
			Лек- ции	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Основные показатели качества воды и методы их определения	4	4	6	14	10	Контрольная работа Лабораторная работа Итоговый тест Зачет
2	Предварительная очистка воды	4	2	12	15	11	Контрольная работа Лабораторная работа Итоговый тест Зачет
3	Обессоливание воды	4	3	-	8	6	Контрольная работа Итоговый тест Зачет
4	Термическое умягчение воды	4	3	-	8	6	Контрольная работа Итоговый тест Зачет
5	Безреагентные методы очистки воды	4	2	-	9	6	Контрольная работа Итоговый тест Зачет
6	Очистка воды от рас- творенных газов	4	4	-	9	6	Контрольная работа Итоговый тест Зачет
Всего			18	18	63	45	
Форма аттестации		Зачет с оценкой					

5. Содержание лекционных занятий по темам.

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Основные показатели качества воды и методы их определения	2	Основные характеристики природной воды.	Характеристика источников водоснабжения. Естественный химический состав поверхностных и подземных природных вод. Источники поступления примесей в воду. Нормативы качества воды.	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		2	Вода в теплоэнергетике	Технологические и качественные показатели воды и методы их оценки. Жесткость, щелочность, pH, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, прокаленный остаток, методы их определения. Способы выражения концентраций примесей. Влияние примесей воды на надежность работы теплоэнергетического оборудования.	
2	Предварительная очистка воды	1	Очистка воды методом коагуляции, известкования и содоизвесткования	Классификация и принцип выбора технологических процессов подготовки воды. Методы предочистки – осаждение (коагуляция, известкование) фильтрование. Физико-химические основы процесса коагуляции; коагулянты; флокулянты. Принципиальные технологические схемы коагуляционных установок. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Применяемые реагенты. Расчет дозы извести. Принцип работы осветлителя. Поведение взвешенного слоя в осветлителе. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения.	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		1	Фильтрование воды на механических фильтрах	Пленочное и объемное фильтрование, механизм задержания грубодисперсных примесей. Работа насыпных и намывных сорбционных фильтров. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа.	
3	Обессоливание воды	3	Обработка воды методом ионного обмена	Физико-химические основы ионного обмена. Технология ионного обмена. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена. Технология катионирования. Na – катиони-	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3

1	2	3	4	5	6
				рование. Н-катионирование. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного Н-ОН-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного Н-ОН-ионирования. Процесс совместного Н-ОН-ионирования воды. Конструкции современных фильтров: прямоточных, противоточных, фильтров смешанного действия с регенерацией внутри и вне корпуса фильтра. Эксплуатация ионитных фильтров (установок).	
4	Термическое умягчение воды	1,5	Технологии и область применения термического обессоливания воды	Метод дистилляции. Область применения термического обессоливания воды. Принцип работы испарителей. Зависимость качества пара от продувки испарителей. Причины загрязнения пара: капельный унос, избирательный унос.	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		1,5	Предотвращение накипеобразования в испарительных установках	Первичное и вторичное накипеобразование. Предотвращение накипеобразования физическими, химическими, физико-химическими, конструктивными и технологическими методами. Реагенты, применяемые для предупреждения образования накипи, Сущность их стабилизирующих свойств. Метод контактной стабилизации. Метод кристаллизационной заправки. Магнитная обработка. Ультразвуковая обработка	
5	Безреагентные методы очистки воды	2	Мембранная технология водообработки	Преимущества мембранных методов очистки. Технология обратного осмоса и ультрафильтрации. Технология электродиализа	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
6	Очистка воды от растворенных газов	2	Физические методы удаления газов из воды	Источники загрязнения воды растворенными газами. Их влияние на теплосиловое оборудование. Десорбция как наиболее эффективный способ удаления растворенных газов. Удаление свободной углекислоты. Принципиальная схема декарбонизатора.	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		2	Химические методы удаления газов из воды	Сущность химических методов удаления растворенных газов из воды. Наиболее широко используемые окислители и восстановители. Уравнения реакций, протекающих при обработке сульфитом натрия, гидразин гидратом. Сопутствующие реакции гидразина с металлами и их влияние на удаление кислорода.	

6. Содержание лабораторных занятий

Целью проведения лабораторных работ по дисциплине Б1.О.21 «Физико-химические основы водоподготовки» является вовлечение в активную работу студентов всей группы, развитие интереса к изучаемому предмету, выбранной профессии, закрепление и углубление теоретических знаний, демонстрация применения теоретических знаний на практике, овладение навыками и умениями формулировать выводы по результатам выполненной работы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные показатели качества воды и методы их оценки	1	Правила техники безопасности. Инструктаж. Приемы выполнения анализов химическими и физико-химическими методами	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		5	№ 1. Экспериментальное изучение установления временной и постоянной жесткости поверхностной воды и водного конденсата.	
2	Предварительная очистка воды	4	№ 2. Пробное умягчение воды известково-содовым методом	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
		4	№ 3. Определение оптимальной дозы коагулянта	
		4	№ 4. Очистка воды от ионов железа (II)	

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры нефтехимического синтеза с использованием специального лабораторного оборудования.

7. Содержание практических занятий

Учебным планом практические занятия по дисциплине не предусмотрены.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные показатели качества воды и методы их определения	10	- изучение конспекта лекций по дисциплине; - выполнение контрольной работы; - подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета; - подготовка к сдаче итогового теста.	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3

2	Предварительная очистка воды	11	<ul style="list-style-type: none"> - изучение конспекта лекций по дисциплине; - выполнение контрольной работы; - подготовка к выполнению лабораторной работы и оформление отчета; - подготовка к сдаче итогового теста. 	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
3	Обессоливание воды	6	<ul style="list-style-type: none"> - изучение конспекта лекций по дисциплине; - выполнение контрольной работы; - подготовка к сдаче итогового теста. 	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
4	Термическое умягчение воды	6	<ul style="list-style-type: none"> - изучение конспекта лекций по дисциплине; - выполнение контрольной работы; - подготовка к сдаче итогового теста. 	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
5	Безреагентные методы очистки воды	6	<ul style="list-style-type: none"> - изучение конспекта лекций по дисциплине; - подготовка к сдаче итогового теста. 	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3
6	Очистка воды от растворенных газов	6	<ul style="list-style-type: none"> - изучение конспекта лекций по дисциплине; - выполнение контрольной работы; - подготовка к сдаче итогового теста. 	ОПК 2.1 ОПК 2.2 ОПК 2.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1	Основные показатели качества воды и методы их определения	14	Проверка лабораторной работы, контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
2	Предварительная очистка воды	15	Проверка лабораторной работы, контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
3	Обессоливание воды	8	Проверка контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
4	Термическое умягчение воды	8	Проверка контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
5	Безреагентные методы очистки воды	9	Проверка контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3
6	Очистка воды от растворенных газов	9	Проверка контрольной работы, итогового теста.	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение контрольной и лабораторных работ, решение тестовых заданий. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу). За зачет студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

По дисциплине Физико-химические основы водоподготовки, предусмотрено проведение дифференцированного зачета. Максимальный текущий рейтинг студента по дисциплине в течение семестра равен 100 баллам, а минимальное значение 60 баллов (при выполнении всех контрольных точек). Если после окончания семестра, студент набрал менее 60 баллов, то он считается неуспевающим.

Максимальное и минимальное количество баллов за текущую работу в семестре по различным видам учебной работы представлено в таблице:

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа.	4	4*3=12	4*5=20
Тест.	1	12	20
Контрольная работа.	1	12	20
Зачет		24	40
Итого		60	100

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

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины Б1.О.21 «Физико-химические основы водоподготовки» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике : учебное пособие / Э. П. Гужулев, В. В. Шалай, В. И. Гриценко, М. А. Таран ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 372 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682109 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2864-1. – Текст : электронный.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682109 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Шачнева, Е. Ю. Водоподготовка и химия воды : учебно-методическое пособие для вузов / Е. Ю. Шачнева. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-8005-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171891 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/171891 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP-адресов НХТИ.
3. Пискунов, В. М. Водоподготовка: учебное пособие / Пискунов В.М., Муратов О.Э. - Москва :ИЦ РИОР, НИЦ ИН-ФРА-М, 2016. - 96 с.: - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/559512 . – Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/559512 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP-адресов НХТИ.

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Ксенофонтов, Б. С. Водоподготовка и водоотведение : учебное пособие / Б. С. Ксенофонтов. — Москва : ФОРУМ : ИН-ФРА-М, 2020. — 298 с. — (Высшее образование: Магистратура). - ISBN 978-5-8199-0679-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1083206 . – Режим доступа: по подписке.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1083206 Доступ с любой точки интернет после регистрации IP-адресов НХТИ.
2. Ахметова, Т.И. Физико-химические основы водоподготовки : метод. указания для самост. работы.- Нижнекамск: РИО НХТИ, 2015.- 46 с.	43 экз.в библ.отд.УНИЦ НХТИ

11.3 Электронные источники информации

Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ
Научная электронная библиотека Elibrary.ru	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ

ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>

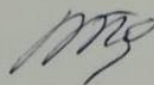
ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Образовательный портал по химии Himus.umi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://himus.umi.ru/>, свободный.
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(непрерывный доступ с 01.07.2010 г.) www.elibrary.ru

Согласовано:

Зав. отделом по библ. обслуживанию



В.Я. Тарасова

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Реализация учебной дисциплины требует наличия

- учебного кабинета № 305(А) «Кабинет для самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций», в том числе:

монитор, системный блок, Ethernet, стул стандартный, лавка, стол ученический, стол компьютерный, шкаф, доска меловая.

Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского.

- учебной лаборатории №100Б «Лаборатория инструментальных методов анализа», в том числе:

Лабораторная мебель:

вытяжной шкаф (2 шт.), столы лабораторные металлические (5 шт.), шкаф лабораторный (1 шт.), шкаф для документации (1 шт.), химическая мойка (1 шт.).

Исследовательское оборудование:

- аналитический комплекс на основе газового хроматографа КристалЛюкс-4000, включающий: аналитический детектор – ПИД (2-х каналный), термостат колонок, колонки хроматографические капиллярные: VF (FFAP), VS-210, VS-4, VS-60, ZB-5, ZB-624, ZB-WAX, BP-Pona, SE-30, SE-54, генератор водорода ГВЧ-12, компрессор воздуха, кран-дозатор сжиженных газов, газовый баллон – гелий, набор микрошприцов Hamilton, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Formoza A7300 Core 2 Duo E730;

- аналитический комплекс на основе газового хроматографа КристалЛюкс-4000М, включающий: аналитический детектор – ДТП (1 каналный), термостат колонок, колонки насадочные, дозатор автоматический 6-ти ходовой, газовый баллон – гелий, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Formoza A7300 Core 2 Duo E730, принтер Canon LBP-2900;

- аналитический комплекс на основе ИК - спектрометра, включающий: Фурье- спектрометр ИнфраЛЮМ ФТ-02, кварцевые и солевые кюветы; дозатор пробы, устройства для крепления твердых образцов, пресс для изготовления твердых образцов, пресс-форма для изготовления твердых образцов, автоматизированная система получения, обработки и визуализации аналитических данных на базе компьютера Celeron 326.

- учебной лаборатории №102Б «Лаборатория спектрального анализа», в том числе:

Лабораторная мебель:

лабораторные столы (4 шт.), тумбы пристенные (2 шт.), шкаф для документации (1 шт.).

Исследовательское оборудование:

- аналитический комплекс на основе ЯМР спектрометра PicoSpin 45. Технические параметры: Ларморова частота 45 МГц, чувствительность только к ядрам ^1H , разрешение не менее 1 ppm, соотношение «сигнал-шум» для воды не ниже 300, тип магнита постоянный редкоземельный, объем пробы 20 мкл, диаметр капилляра для пробы 400 мкм, ввод данных JCAMP-DX;

- сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан. Технические характеристики: система визуализации для контроля подвода зонда к образцу и выбора рабочей области; блок пьезоманипулятора: чувствительность 53,2 нм/В, поляризация керамики: положительная, разрешение: латеральное 0,1 нм, вертикальное 0,03 нм; головка для атомно-силовой (АСМ) / резонансной атомно-силовой микроскопии (РАСМ); головка для сканирующей туннельной микроскопии (СТМ); блок управления с пакетом специализированного программного обеспечения.

12. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Основные показатели качества воды и методы их определения	Лекция	Изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции – лекция-беседа; системы дистанционного обучения (moodle.nchti.ru)	2
	Лабораторная работа	Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ	2
Предварительная очистка воды	Лекция	Мозговой штурм (метод активизации творческого мышления в группе)	1
	Лабораторная работа	Совместная групповая частично-поисковая деятельность при выполнении лабораторных работ Решение проблемно-логических задач по очистке воды методами известкования и коагуляции	2
Термическое умягчение воды	Лекция	Мозговой штурм (метод активизации творческого мышления в группе).	1