

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФИО: Луковникова Елена Ивановна
 Должность: Проректор по учебной работе
 Дата подписания: 21.12.2021 17:10:32
 Уникальный программный ключ:
 890f5aae3463de1924cbcf76ac5d7ab89e9fe3d2

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

E.I. Lukovnikova
 12 Dec

Е.И.Луковникова

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.14 Водоподготовка

Закреплена за кафедрой **Промышленной теплоэнергетики**

Учебный план **b130301_21_ПТЭ.plx**

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:
 Экзамен 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	18	18	18	18
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
ст.пр., Нефедов Александр Сергеевич 
Рабочая программа дисциплины

Водоподготовка

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 01.03.2021 протокол № 80.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной теплоэнергетики

Протокол от 19.04. 2021 г. № 11

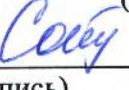
Срок действия программы: 2021 - 2025 уч.г.

Зав. кафедрой Федяев А. А.

Председатель МКФ

18 до апреля 2021 г.  (ст.прен. Лантушкина СВ)

Ответственный за реализацию ОПОП  Федяев А. А.
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки  Семьян Г. Р.
(подпись) (ФИО)

№ регистрации 412
(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Дать бакалаврам знания о физико-химических основах процессов образования отложений, коррозии и др.; которые протекают в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.14
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.
2.1.2	Химия
2.1.3	Физика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Источники теплоснабжения
2.2.2	Системы теплоснабжения
2.2.3	Котельные установки и парогенераторы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: готовность к участию в работах по освоению схем размещения ОПД и их систем, доводке технологических процессов, выполнении специальных расчетов

Индикатор 1 | ПК-1.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства

ПК-5: способность обеспечивать экологическую безопасность ОПД, планировать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве

Индикатор 1 | ПК-5.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Теоретические основы и терминологию водоподготовки, физико-химических процессов, протекающих в воде при эксплуатации теплоэнергетического оборудования, принципов действия и областей применения различных способов обработки воды.
3.2	Уметь:
3.2.1	Рассчитывать физико-химические показатели качества воды и режимов работы оборудования.
3.3	Владеть:
3.3.1	Методиками выбора технологий химии воды и водоподготовки.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Природные воды						
1.1	Лек	Введение. Природные воды как исходное технологическое сырьё для водоподготовительных установок ТЭС	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	3	Компьютерная презентация ПК 1.1, ПК 5.2
1.2	Лек	Технологические показатели качества воды. Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	3	Компьютерная презентация ПК 1.1, ПК 5.2
1.3	Пр	Расчет различных видов концентраций растворов	4	4	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	4	Работа в малых группах. ПК 1.1, ПК 5.2
1.4	Пр	Показатели качества воды	4	8	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2

1.5	Ср		4	16	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
1.6	Экзамен		4	8	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
	Раздел	Раздел 2. Образование отложений в паровых котельных агрегатах, тепловых сетях, теплообменниках и их предотвращение						
2.1	Лек	Образование отложений в котельных агрегатах. Внутрикотловая обработка воды	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
2.2	Лек	Предотвращение образования отложений в конденсаторах, тепловых сетях и удаление образовавшихся отложений	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
2.3	Пр	Образование отложений в паровых котлах	4	8	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
2.4	Ср		4	16	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
2.5	Экзамен		4	7	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
	Раздел	Раздел 3. Загрязнение пара и способы борьбы с ним						
3.1	Лек	Растворимость веществ. Капельный и избирательный унос	4	4	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
3.2	Лек	Многоступенчатое испарение, продувка котельных агрегатов, промывка пара	4	4	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
3.3	Пр	Водный режим паровых котлов.	4	8	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
3.4	Ср		4	16	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
3.5	Экзамен		4	7	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
	Раздел	Раздел 4. Коррозия теплоэнергетического оборудования						
4.1	Лек	Сущность и форма проявления коррозии металлов. Основные внешние факторы коррозии	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
4.2	Лек	Коррозия водно-конденсатного тракта и методы борьбы с ней	4	3	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2

4.3	Пр	Коррозия теплоэнергетического оборудования	4	3	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
4.4	Ср		4	14	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
4.5	Экзамен		4	7	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
	Раздел	Раздел 5. Методы обработки и очистки воды						
5.1	Лек	Ионный обмен воды.	4	4	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	4	Компьютерная презентация ПК 1.1, ПК 5.2
5.2	Лек	Сущность процессов коагуляции, обратного осмоса и электродиализа.	4	4	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э1 Э2 Э3	4	Компьютерная презентация ПК 1.1, ПК 5.2
5.3	Пр	Обработка воды по методу ионного обмена.	4	3	ПК-1 ПК-5	Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
5.4	Ср		4	14	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2
5.5	Экзамен		4	7	ПК-1 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.1, ПК 5.2

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия, дебаты), семинар - исследование, семинар «Пресс – антипресс», мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака), деловые, имитационные, операционные и ролевые игры, case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ), мастер класс, дидактические игры)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля:

1. Предмет водоподготовки. Природные воды как исходное технологическое сырье для водоподготовительных установок ТЭС.
2. Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа.
3. Гидрохимическая карта рек России по временам года.
4. Показатели воды, характеризующие общее количество примесей: прозрачность, солесодержание, сухой остаток, прокаленный остаток.
5. Показатели, характеризующие отдельные группы примесей: жесткость, щелочность, кремнесодержание, окисляемость.
6. Технологические показатели воды: рН и рОН.
7. Углекислотное равновесие.
8. Состав и свойства накипей и шламов.
9. Возможность и обязательность образования отложений. Скорость образования отложений.
10. Методы борьбы с отложениями в барабанных котлах.
11. Предотвращение образования отложений в прямоточных котельных агрегатах.
12. Предотвращение образования в конденсаторах паровых турбин.

- 13.Предотвращение образования отложений в тепловых сетях.
- 14.Удаление образовавшихся отложений.
- 15.Растворимость различных веществ в паре в зависимости от давления и температуры.
- 16.Капельный и избирательный унос.
- 17.Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов (удельные нагрузки парового объема и зеркала испарения, нагрузки котла) на величину уноса.
- 18.Зависимость коэффициента уноса кремниевой кислоты от рН котловой воды.
- 19.Сепарационные устройства и продувка котельных агрегатов.
- 20.Сущность и форма проявления коррозии металлов.
- 21.Влияние O₂ на интенсивность коррозионных процессов.
- 22.Влияние CO₂ на скорость коррозионных процессов.
- 23.Стояночные коррозия и способы борьбы с ней.
- 24.Методы борьбы с коррозией питательного и паро-конденсатного тракта.
- 25.Методы борьбы с межкристаллитной и пароводяной коррозией.
- 26.Сущность обработки природных вод и конденсатов методов ионного обмена.
- 27.Na – катионирование.
- 28.H – катионирование.
- 29.NH₄ – катионирование.
- 30.Анионирование.
- 31.Сущность процессов коагуляции.
- 32.Сущность процессов обратного осмоса и электродиализа.

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено учебным планом.

6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы.

Природные воды

- 1.Предмет водоподготовки. Природные воды как исходное технологическое сырье для водоподготовительных установок ТЭС.
 - 2.Краткая характеристика водного баланса ТЭС разного типа.
 - 3.Гидрохимическая карта рек России по временам года.
 - 4.Показатели воды, характеризующие общее количество примесей: прозрачность, солесодержание, сухой остаток, прокаленный остаток.
 - 5.Показатели, характеризующие отдельные группы примесей: жесткость, щелочность, кремнесодержание, окисляемость.
 - 6.Технологические показатели воды: рН и рОН.
 - 7.Углекислотное равновесие.
- Образование отложений в паровых котельных агрегатах, тепловых сетях, теплообменниках и их предотвращение
- 8.Состав и свойства накипей и шламов.
 - 9.Возможность и обязательность образования отложений. Скорость образования отложений.
 - 10.Методы борьбы с отложениями в барабанных котлах.
 - 11.Предотвращение образования отложений в прямоточных котельных агрегатах.
 - 12.Предотвращение образования в конденсаторах паровых турбин.
 - 13.Предотвращение образования отложений в тепловых сетях.
 - 14.Удаление образовавшихся отложений.
- Загрязнение пара и способы борьбы с ним
- 15.Растворимость различных веществ в паре в зависимости от давления и температуры.
 - 16.Капельный и избирательный унос.
 - 17.Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов (удельные нагрузки парового объема и зеркала испарения, нагрузки котла) на величину уноса.
 - 18.Зависимость коэффициента уноса кремниевой кислоты от рН котловой воды.
 - 19.Сепарационные устройства и продувка котельных агрегатов.
- Коррозия теплоэнергетического оборудования
- 20.Сущность и форма проявления коррозии металлов.
 - 21.Влияние O₂ на интенсивность коррозионных процессов.
 - 22.Влияние CO₂ на скорость коррозионных процессов.
 - 23.Стояночные коррозия и способы борьбы с ней.
 - 24.Методы борьбы с коррозией питательного и паро-конденсатного тракта.
 - 25.Методы борьбы с межкристаллитной и пароводяной коррозией.
- Методы обработки и очистки
- 26.Сущность обработки природных вод и конденсатов методов ионного обмена.
 - 27.Na – катионирование.
 - 28.H – катионирование.
 - 29.NH₄ – катионирование.
 - 30.Анионирование.
 - 31.Сущность процессов коагуляции.
 - 32.Сущность процессов обратного осмоса и электродиализа.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Экзаменационные вопросы.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**7.1. Рекомендуемая литература****7.1.1. Основная литература**

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП.1 1	Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.	Водоподготовка в энергетике: Учеб. пособие для вузов	Москва: МЭИ, 2003	90	
ЛП.2	Белан Ф.И.	Водоподготовка: Учебник	Москва: Энергия, 1979	21	
ЛП.3	Фрог Б.Н., Первов А.Г.	Водоподготовка: Учебник для вузов	Москва: АСВ, 2015	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Фрог%20Б.Н.Водоподготовка.Учебник.%202015.pdf

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП.1	Белан Ф.И.	Водоподготовка: Расчеты, примеры, задачи	Москва: Энергия, 1980	9	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛП.1	Елсуков В.К., Паршин Е.А., Таргыкова Е.В.	Водоподготовка: Программа, задания и метод. указания	Братск: БрГТУ, 2004	62	

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог библиотеки БрГУ	http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID
Э2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"	http://biblioclub.ru
Э3	Электронная библиотека БрГУ	http://ecat.brstu.ru/catalog

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 license No Level
7.3.1.4	Архиватор 7-Zip
7.3.1.5	Adobe Reader
7.3.1.6	doPDF
7.3.1.7	КОМПАС 3D V12 LT
7.3.1.8	КОМПАС-3D V13

7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.2	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	«Университетская библиотека online»
7.3.2.5	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.6	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1218	Лекционная аудитория	Учебная мебель
------	----------------------	----------------

1349	Дисплейный класс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебная мебель. 2. Маркерная доска. 3. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 16. 4. ПК (системный блок Intel(R) Pentium 4 CPU 3.20 GHz, RAM 1GB, монитор LG 19") - 10. 5. Принтер лазерный Canon MF3228. 6. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см). 7. Сканер Canon CanoScan Lide 220.
1346	Дисплейный класс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 16. 3. Принтер лазерный HP Laser Jet P3005n. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см).
1345	Дисплейный класс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 17. 3. Принтер лазерный HP Laser Jet P3015. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным WXGA проектором CASIO XJ-UT310WN (1280x800). 5. Сканер Canon CanoScan Lide 220.
1344	Дисплейный класс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 18. 3. Принтер лазерный HP Laser Pro 400. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см). 5. Сканер Canon CanoScan Lide 220.
1343	Дисплейный класс	<ol style="list-style-type: none"> 1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 16. 3. Принтер лазерный HP Laser Jet P3015. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см). 5. Сканер Epson GT 1500.

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

Дисциплина Водоподготовка направлена на изучение показателей качества воды; таких процессов, как образования отложений, электролиза, коррозии, которые протекают в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения. Изучение дисциплины Водоподготовка предусматривает: лекции, практические занятия, самостоятельную работу, экзамен. В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе ознакомиться с основными определениями и понятиями водоподготовки, основными показателями качества воды, способами выражения концентрации и далее более подробно рассматривать основные уравнения и зависимости, применяемые для описания процессов, происходящих в водопаровом и газовом трактах источников теплоснабжения.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление навыков применения методов анализа основных процессов, протекающих в установках, оценки основных свойств жидких сред, показателей качества воды в котельных установках а также условий образования отложений в них.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.