

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет  
Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей  
Геннадьевич

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_  
г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.04.01 Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов  
на 72 часа(ов), 2 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие  
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. №\_\_\_\_\_

Профиль – Ресурсосберегающие технологии в горно-металлургическом и нефтегазовом  
комплексе (для набора 2024)  
Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

освоение теоретических и технологических основ знаний в области металлургии благородных металлов.

Задачи изучения дисциплины:

- обучить студентов современным технологиям производства благородных металлов, а также об специфике производства;
- изучить перечень технологического оборудования и мероприятий по защите окружающей среды, при реализации металлургических технологий;
- освоить принципы обоснования предлагаемых направлений совершенствования технологических схем аффинажа платиновых металлов.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 "Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов" относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений дисциплин ООП. Для качественного усвоения этой дисциплины студентам необходимы базовые знания по курсам Б1.О.20 "Физическая и коллоидная химия", Б1.О.13 "Общая и неорганическая химия", Б1.О.22 «Химическая технология», Б1.О.18 "Физико-химические основы металлургических процессов". Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 "Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов" дает знания, умения и навыки, необходимые для практики Б2.О.05.(П) "Производственная практика (научно-исследовательская работа)". Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 "Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов" изучается на 4 курсе в 7 семестре студентами очной формы обучения и на \_ курсе в \_ семестре студентами заочной формы обучения.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы), 72 часов.

Виды занятий	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость		72
Аудиторные занятия, в т.ч.	34	34
Лекционные (ЛК)	17	17
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0

Лабораторные (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС)	38	38
Форма промежуточной аттестации в семестре	Зачет	0
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-3	ОПК-3.1 Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием законодательства РФ, в том числе в области экономики и экологии	<p>Знать: законодательные правовые акты РФ в области экономики и экологии современных ресурсосберегающих технологий аффинажного производства благородных металлов.</p> <p>Уметь: анализировать законодательные правовые акты РФ в области экономики и экологии современных ресурсосберегающих технологий аффинажного производства благородных металлов.</p> <p>Владеть: навыками оптимизации законодательных правовых актов РФ в области экономики и экологии современных ресурсосберегающих технологий аффинажного производства благородных металлов.</p>
ПК-1	ПК-1.2 Проводит конструкторскую проработку технических средств, направленных на создание энерго- и ресурсосберегающих технологий	Знать: современные энерго- и ресурсосберегающие технологии аффинажного производства благородных металлов из минерального сырья.

		<p>Уметь: анализировать современные энерго- и ресурсосберегающие технологии аффинажного производства благородных металлов из минерального сырья.</p> <p>Владеть: навыками оптимизации современных ресурсосберегающих технологий аффинажного производства благородных металлов из минерального сырья.</p>
ПК-5	ПК-5.3 Предлагает решения по улучшению качества окружающей среды, нарушенной в результате хозяйственной деятельности	<p>Знать: способы рационального улучшения качества окружающей среды, нарушенной в результате современных технологий аффинажного производства благородных металлов.</p> <p>Уметь: анализировать и предлагать способы рационального улучшения качества окружающей среды, нарушенной в результате современных технологий аффинажного производства благородных металлов.</p> <p>Владеть: навыками анализа и применения способов рационального улучшения качества окружающей среды, нарушенной в результате современных технологий аффинажного производства благородных металлов.</p>
ПК-6	ПК-6.1 Определяет и анализирует основные направления повышения экологической безопасности предприятия с учетом специфики производства	<p>Знать: алгоритм анализа и специфику аффинажного производства, необходимые мероприятия для повышения экологической безопасности предприятия.</p> <p>Уметь: анализировать технологические операции и схемы аффинажного производства, необходимые мероприятия для повышения экологической безопасности предприятия.</p>

	Владеть: навыками анализа технологических операций и схем аффинажного производства, необходимых мероприятий для повышения экологической безопасности предприятия.
--	---

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Комплексные технологии аффинажного производства	Комплексная технологическая схема аффинажного производства. Аппаратура для аффинажного производства	25	6	0	6	13
2	2.1	Ресурсосберегающие и экологические аспекты аффинажного производства	Аффинаж платины, палладия, золота. Основные направления совершенствования классической технологии аффинажа платины и палладия.	22	4	0	6	12
3	3.1	Зарубежная и отечественная практика аффинажа благородных металлов	Практика аффинажа благородных металлов. Альтернативные решения. Ресурсосберегающие принципы переработки маточных растворов. Экологические аспекты аффинажного производства	25	7	0	5	13
Итого				72	17	0	17	38

## 3.2. Содержание разделов дисциплины

### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Комплексная технологическая схема аффинажного производства	Анализ технологических схем аффинажа золота, серебра, металлов платиновой группы. Варианты и перспективные технологии проведения аффинажных процессов и оптимизации схем.	2
	1.1	Комплексная технологическая схема аффинажного производства	Формирование перерабатываемых и складированных промпродуктов, отгружаемых продуктов. Основные направления снижения объемов незавершенного производства благородных металлов.	2
	1.1	Аппаратура для аффинажного производства	Характеристика основного и вспомогательного оборудования аффинажных производств. Компоновка аппаратурно-технологических схем	2
2	2.1	Аффинаж платины, палладия, золота.	Методы вскрытия платиносодержащего сырья. Жидкофазное хлорирование. Физико-химические основы процессов. Термодинамическая вероятность процесса растворения платиносодержащего сырья. Выбор растворителя. Механизм и кинетика растворения. Пути интенсификации процессов, обеспечение ресурсосбережения и минимального загрязнения окружающей среды. Извлечение золота из растворов. Расчет операций жидкофазного хлорирования концентрата.	2
	2.1	Основные направления совершенствования классической технологии аффинажа	Основные требования к исходным платиносодержащим растворам. Осаждение первой (технической) соли и второй соли ГХПА, ДДП. Дополнительные операции. Требования к качеству готовой продукции. Плавка губки платины и	2

		платины и палладия.	палладия с получением слитков аффинированного металла. Производственные ситуации в аффинаже. Сырье для производства родия, иридия, рутения и осмия. Вскрытие сырья Подготовка хлоридных растворов. Нитрование.	
3	3.1	Практика аффинажа благородных металлов	Зарубежная и отечественная практика аффинажа благородных металлов. Экстракционные, сорбционные процессы, извлечение благородных металлов из техногенного сырья	2
	3.1	Альтернативные решения.	Переработка промпродуктов в цехе обогащения. Обезблагораживание растворов. Проблемы, причины сбоев. Характеристика основных типов маточных растворов аффинажного производства.	2
	3.1	Ресурсосберегающие принципы переработки маточных растворов	Обезблагораживание маточных растворов цементацией. Требования к растворам по содержанию драгоценных металлов).	2
	3.1	Экологические аспекты аффинажного производства	Пыле – и газоулавливание, утилизация твердых и жидких продуктов. Обезвреживание сточных вод. Нейтрализация известковым молоком. Фильтрация. Характеристика продуктов.	1

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Комплексная технологическая	Изучение форм нахождения самородного золота в рудах	2

		ая схема аффинажного производства		
	1.1	Комплексная технологическ ая схема аффинажного производства	Химические соединения золота и серебра	2
	1.1	Комплексная технологическ ая схема аффинажного производства	Восстановление золота в хлоридных растворах различными реагентами	2
2	2.1	Аффинаж платины, палладия, золота.	Выщелачивание золотосодержащей руды цианистым раствором с определением расхода реагентов	2
	2.1	Аффинаж платины, палладия, золота.	Осаждение золота и серебра из цианистых растворов цинковой пылью	2
	2.1	Основные направления с овершенствов ания классической технологии аффинажа платины и палладия.	Отделение свинца от благородных металлов (купелирование)	2
3	3.1	Практика аффинажа благородных металлов	Разделение золото-серебряного сплава (разваривание)	2
	3.1	Практика аффинажа благородных металлов	Извлечение золота из вторичного сырья.	2
	3.1	Практика аффинажа благородных металлов	Сорбционное цианирование золотосодержащей руды с использованием анионита ам-2б	1



### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	<p>Общая характеристика производства драгоценных металлов. Минерально-сырьевая база драгоценных металлов и их производство в Российской Федерации. Приоритетные проблемы отрасли. Определение наилучших доступных технологий. Наилучшие доступные технологии. Перспективные технологии производства золота и серебра. Перспективные технологии производства металлов платиновой группы</p>	<p>Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к собеседованию Подготовка электронных презентаций Написание отчета по лабораторным работам</p>	13
2	2.1	<p>Описание технологических процессов и методов, применяемых при производстве драгоценных металлов. Основные принципы технологии производства драгоценных металлов. Поэтапное описание технологии производства драгоценных металлов. Оборудование аффинажных заводов. Действующие технологии производства драгоценных металлов в Российской Федерации</p>	<p>Выполнение исследовательских заданий в индивидуальных и групповых формах. Составление конспекта; подготовка сообщений и докладов. Написание отчета по лабораторным работам</p>	12
3	3.1	<p>Воздействие на окружающую среду. Материальный и</p>	<p>Работа с электронными образовательными ресурсами. Обработка и</p>	13

	<p>энергетический баланс процесса производства драгоценных металлов. Текущие уровни эмиссий на аффинажных предприятиях Российской Федерации. Экологический контроль текущих эмиссий</p>	<p>анализ полученных данных, Написание отчета по лабораторным работам</p>	
--	---	---	--

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

###### **5.1.1. Печатные издания**

1. Масленицкий, Иван Николаевич. Металлургия благородных металлов : учебник. - Москва : Metallurgia, 1972. - 366с. – 1 экз.
2. Золотов, Юрий Александрович. Экстракционное концентрирование. - Москва : Химия, 1971. - 272 с. – 1 экз.

###### **5.1.2. Издания из ЭБС**

1. Шумилова, Л. Научное обоснование инновационной технологии извлечения золота. Разработка, апробация в условиях Забайкалья. - Германия : Palmarium, 2014. - 362 с. – 2 экз.
2. Физико-химические методы анализа: практическое руководство : учеб. пособие / под ред. В.Б. Алесковского, К.Б. Яцимирского. - 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Химия, 1971. – 4 экз.

##### **5.2. Дополнительная литература**

###### **5.2.1. Печатные издания**

1. Спирин, К.Э. Тиокарбамидная технология переработки золотосодержащих продуктов и концентратов : учеб. пособие. - Чита : ЧитГТУ, 2000. - 60 с. : ил. – 134 экз.
2. Рубцов, Ю.И. Разработка и научное обоснование ресурсосберегающей цианидной технологии скоростного кучного выщелачивания золота из скальных кварцевых руд : моногр. - Чита : ЗабГУ, 2014. - 245 с. – 9+э

###### **5.2.2. Издания из ЭБС**

1. Игнатенков Владимир Иванович. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 195 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/511872>

2. Руднева В. В. Металлургия золота (извлечение золота из упорных руд): конспект лекций / Руднева В. В., Галевский Г. В. - Новокузнецк : СибГИУ, 2018. - 84 с. - <https://e.lanbook.com/book/359003>

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Образовательные ресурсы «Единое окно»	<a href="http://window.edu.ru/catalog/">http://window.edu.ru/catalog/</a>
Металлургия в интернет	<a href="https://www.metalweb.ru/">https://www.metalweb.ru/</a>
Специализированный журнал «Металлоснабжение и сбыт»	<a href="https://www.metalinfo.ru/ru">https://www.metalinfo.ru/ru</a>
Новости рынка черных, цветных и драгоценных металлов	<a href="https://www.metaltorg.ru/news/">https://www.metaltorg.ru/news/</a>
Новости по металлургии	<a href="http://metallurgu.ru/">http://metallurgu.ru/</a>
Металлургические заводы России	<a href="https://russiametall.ru/factory">https://russiametall.ru/factory</a>
Металлургический портал MetalSpace.ru: информационное пространство металлургов	<a href="https://metalspace.ru/">https://metalspace.ru/</a>
Металлургические процессы: сравнение различных видов обработки	<a href="https://www.a1-met.com/blog/metallurgicheskiye-protsessy/">https://www.a1-met.com/blog/metallurgicheskiye-protsessy/</a>
Черная и цветная металлургия на Metallurgist.pro	<a href="https://metallurgist.pro/">https://metallurgist.pro/</a>
Черная и цветная металлургия на metallolome.ru	<a href="https://metallolome.ru/osnovy-metallurgicheskikh-proცессов/">https://metallolome.ru/osnovy-metallurgicheskikh-proцессов/</a>

### 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

2) Corel Draw

3) Kaspersky Endpoint Security

4) Mathematica Standart Version Education

### 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закреплённой расписанием по кафедре
Учебные аудитории для текущей аттестации	

### 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекция-визуализация проводится с использованием мультимедийного оборудования и сопровождается показом лекционных демонстраций (видеосюжетов), презентацией информации. В лекции-диалоге содержание подается через серию вопросов, на которые студенты должны отвечать непосредственно в ходе занятия.

Практические занятия по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии в аффинаже благородных металлов» и отработка исследовательских и технологических навыков проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом. Подготовка к практическим занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение тем ранее изученных дисциплин «Физико-химические основы металлургических процессов», «Химическая технология».

Разработчик/группа разработчиков:

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.