

Қазақстан Республикасының
Ғылым және жоғары білім
министрлігі

Министерство науки и высшего
образования Республики Казахстан

«Д. Серікбаев атындағы ШҚТУ»
КЕАҚ

НАО «ВКТУ имени Д. Серикбаева»

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель Ученого Совета
Восточно-Казахстанского
технического университета
имени Д. Серикбаева
_____ С.Ж.Рахметуллина
_____ 2025 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
В ДОКТОРАНТУРУ PhD
ПО ГРУППЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ
D117 – «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

**D117 – «МЕТАЛЛУРГИЯЛЫҚ ИНЖЕНЕРИЯ»
БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫНЫҢ ТОБЫ БОЙЫНША
PhD ДОКТОРАНТУРАҒА ТҮСЕТІНДЕР ҮШІН ЕМТИХАН
БАҒДАРЛАМАСЫ**

Усть-Каменогорск
Өскемен
2025

Программа разработана в школе международной школы инженерии на основании нормативных документов: Государственных общеобязательных стандартов высшего и послевузовского образования, утвержденных приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 20 июля 2022 года № 2 (с изменениями и дополнениями от 20.02.2023 № 66), Правил организации учебного процесса по кредитной технологии обучения в организациях высшего и (или) послевузовского образования, утвержденных приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 20 апреля 2011 года № 152 (с изменениями и дополнениями от 29.04.2024 № 203), Квалификационных требований, предъявляемых к образовательной деятельности организаций, предоставляющих высшее и (или) послевузовское образование, и перечня документов, подтверждающих соответствие им, утвержденных приказом Министра науки и высшего образования Республики Казахстан от 5 января 2024 года № 4.

Разработал
Старший преподаватель Международной
школы инженерии

Рамазанова Р.А.

Одобрена и утверждена на заседании
Ученого Совета МШИ

Председатель УС МШИ

Рахметуллина Ж.Т.

Секретарь УС МШИ
Протокол № 10 от 24.06.2024г.

Мукашева Р.У.

Ученый секретарь
ВКТУ имени Д. Серикбаева
Протокол № 15 от 26.06.2024 г.

Нурекенова Э.С.

1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Образовательная программа подготовки докторов философии (PhD) групп образовательных программ D117 - «Металлургическая инженерия» предполагает фундаментальную образовательную, методологическую и исследовательскую подготовку на основе получения глубоких специализированных знаний и компетенций в выбранной области.

Целью вступительного экзамена является выявление уровня теоретической подготовки кандидатов, поступающих в докторантуру, наличия научного задела по теме диссертации и определение целесообразности выдачи рекомендации для поступления в докторантуру на конкурсной основе.

Программа вступительного экзамена включает дисциплины учебного плана специальности «Металлургия».

На вступительном экзамене поступающий в докторантуру должен показать глубину знаний по основным дисциплинам предшествующей подготовки, научно-исследовательский потенциал, которые должны быть достаточными и необходимыми для успешного освоения образовательной программы докторантской подготовки и защиты докторской диссертации по тематике специальности; представить дипломы, сертификаты, список научных и научно-методических работ (научные публикации, план проведения исследований, эссе и другие документы), подтверждающие способность к самостоятельной исследовательской работе и позволяющие комиссии оценить научный потенциал кандидата в докторантуру.

Программа вступительного экзамена включает:

- 1) написание научно-аналитического эссе;
- 2) экзамен по профилю.

В экзамен по специальностям послевузовского образования входят дисциплины обязательного компонента цикла базовых и профилирующих дисциплин профессиональной учебной программы магистратуры.

Содержание вопросов (тестов) для экзаменационных билетов должно отражать все разделы типовой и рабочей программ дисциплины.

Электронная база вопросов для формирования билетов по дисциплинам для комплексного экзамена создается на основе установленной формы на казахском и русском языках.

Билеты вступительных экзаменов формируются компьютерной программой, на основе электронной базы, методом случайной выборки.

2 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩЕГО В ДОКТОРАНТУРУ

Предшествующий уровень образования поступающих в докторантуру:

- магистратура по группе образовательных программ направления подготовки В071 «Горное дело и добыча полезных ископаемых».

Условия конкурсного отбора определяются вузом в соответствии с Типовыми правилами приема в докторантуру высших учебных заведений РК.

3 ТЕМАТИКА ВОПРОСОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

3.1 Эссе

1. Перспективы развития цветной металлургии в Казахстане
2. Перспективы развития черной металлургии в Казахстане
3. Роль аддитивных технологий в металлургии
4. Цифровые технологии в металлургии. Индустрия 4.0
5. Рециклинг отходов металлургической промышленности
6. Ресурсо- и энергосбережение в металлургии
7. Нанотехнологии в металлургии: состояние, проблемы, перспективы
8. Развитие наилучших доступных технологий в металлургической отрасли Республики Казахстан на современном этапе
9. Современное состояние минерально-сырьевого комплекса Казахстана. Проблемы и перспективы.
10. Развитие атомной энергетики в Казахстане
11. Современное состояние цветной металлургии в Казахстане
12. Современное состояние черной металлургии в Казахстане
13. Роль аддитивных технологий в металлургии
14. Казахстан на мировом минерально-сырьевом рынке
15. Травматизм на металлургических предприятиях
16. Роль и место металлургии в экономике страны
17. Проблемы и перспективы металлургии
18. Экологические проблемы металлургического производства
19. Перспективы внедрения современных методов управления на металлургических предприятиях Казахстана
20. Перспективы внедрения малоотходных и безотходных технологий в технологические процессы металлургических предприятий

3.2 Вопросы по разделу 1:

1. Строение металлургических шлаков и штейнов
2. Теоретические основы процессов испарения и конденсации
3. Очистка металлов ректификацией
4. Классификация процессов выщелачивания
5. Пути активирования твердых тел
6. Теория ионообменных процессов
7. Основные характеристики ионообменных смол
8. Теория экстракционных процессов

9. Основные типы экстрагентов и классификация экстракционных процессов

10. Сорбция и десорбция поверхностно-активных веществ

11. Строение вещества и физико-химические свойства соединений и элементов

12. Основы зонной теории твердого тела.

13. Дефектность структуры кристаллов и влияние этого фактора на физико-химические характеристики вещества

14. Выделение металлов цементацией

15. Ликвационные процессы

16. Методы рафинирования металлов

17. Теоретические основы дистилляционных процессов.

18. Физико-химическая роль шлаков в металлургии

19. Виды хлорирования оксидов металлов

20. Виды растворителей в гидрометаллургии

21. Факторы, влияющие на процесс выщелачивания

22. Виды электролиза в гидрометаллургии

23. Медные руды, их обогащение

24. Сырье для получения цветных металлов

25. Виды, состав и свойства металлургического топлива

26. Виды огнеупоров и их технические характеристики

27. Методы обогащения руд

28. Дробление и измельчение. Основное оборудование.

29. Основные процессы подготовки сырья.

30. Процессы обжига цветной металлургии

31. Существующие способы рудных плавок в металлургии.

32. Способы возгонки металлургического сырья

33. Теория окислительного и сульфатизирующего обжига

34. Сущность и конструктивная особенность печей кипящего слоя

35. Цель агломерирующего обжига, конструкции агломашин

36. Цель плавки полиметаллического сырья. Продукты, получаемые при плавке полиметаллического сырья

37. Виды электропечей

38. Теоретические основы процесса вельцевания

39. Исходные материалы для металлургического производства

40. Исходные материалы для доменного производства

41. Сущность процессов кристаллизации металлов и сплавов

42. Особенности строения слитков

43. Виды термической обработки металлов и сплавов

44. Типы и параметры кристаллических решеток

45. Механизм и кинетика процесса цементации в гидрометаллургии.

46. Назначение ферросплавов и способы их производства.

47. Автогенные способы плавки

48. Фьюмингование и пироселекция

49. Плазменная плавка

50. Спекание, кальцинация, механоактивация
 51. Функции, строение и свойства металлургических шлаков и штейнов
 52. Взаимодействие металла с газами. Понятия испарения и конденсации
 53. Дистилляция и ректификация
 54. Выщелачивание. Классификация процессов
 55. Выщелачивание дисперсных твердых веществ
 56. Ионообменный процесс. Основные характеристики, равновесие и кинетика
 57. Состав и синтез ионообменных смол
 58. Основы экстракционных процессов
 59. Классификация экстракционных процессов. Понятие экстрагента.
- Синергетный эффект
60. Интенсификация процессов выщелачивания
 61. Основы теории горения. Механизмы гомогенных и гетерогенных реакций
 62. Топливо, используемое в металлургии. Основные характеристики
 63. Кристаллическое строение металлов
 64. Науглероживание металлов
 65. Строение и свойства металлических расплавов

3.3 Вопросы по разделу 2:

1. Устройство и принцип работы доменной печи
2. Прямое восстановление железа из руд
3. Общая технология доменного производства чугуна
4. Выплавка стали в установках для переплава
5. Производство ферросилиция
6. Производство ферромарганца.
7. Производство феррохрома.
8. Производство ферротитана
9. Производство феррованадия
10. Выплавка стали в кислородных конверторах
11. Выплавка стали в электрических дуговых печах
12. Выплавка стали в индукционных электрических печах
13. Мартеновское производство стали
14. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса Мидрекс
15. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса FINMET
16. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса ITmk3
17. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса COREX
18. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса

Нисмелт

19. Процессы прямого получения железа. Общая технология процесса

Ромелт

20. Теория и технология обжига сульфидных медных концентратов в кипящем слое

21. Плавка сульфидных медных руд и концентратов в отражательных печах и электропечах

22. Способы утилизации хвостов обогащения и вскрышных пород

23. Типы шахтных плавок на штейн сульфидных медных концентратов.

Полупиритная плавка.

24. Медно-серная плавка сульфидных медных концентратов на штейн.

25. Конвертирование медных штейнов.

26. Огневое и электролитическое рафинирование черновой меди.

27. Автогенные процессы плавки сульфидных медных концентратов.

Процесс «Айзасмелт».

28. Гидрометаллургия меди. Кучное выщелачивание.

29. Плавка окисленных никелевых руд на штейн в шахтных печах.

30. Окислительный обжиг никелевого файнштейна.

31. Восстановительная плавка оксида никеля в электрических печах.

32. Плавка окисленных никелевых руд на ферроникель. Рафинирование ферроникеля.

33. Перколяционное цианирование золотосодержащих руд и концентратов.

34. Агитационное цианирование золотосодержащих руд и концентратов.

35. Агломерирующий обжиг свинцовых концентратов

36. Восстановительная плавка свинцового агломерата

37. Технология электролитического рафинирования чернового свинца.

38. Окислительный обжиг цинковых концентратов

39. Переработка шлаков свинцовой плавки.

40. Переработка штейнов свинцовой плавки.

41. Переработка пылей свинцового производства.

42. Очистка сульфатных цинковых растворов от примесей.

43. Переработка цинковых кеков пирометаллургическими способами.

44. Переработка цинковых кеков гидрометаллургическими способами.

45. Выщелачивание бокситов по способу Байера

46. Спекание высококремнистых бокситов

47. Влияние различных условий электролиза алюминия на выход по току

48. Производство тетрахлорида титана

49. Металлотермическое восстановление титана

50. Рафинирование титана

51. Доменная печь. Конструкция и принцип работы

52. Технологии прямого восстановления железа. Перспективы развития

53. Доменный процесс. Продукты доменной плавки

54. Технологии получения стали высокого качества

55. Виды ферросплавных процессов. Ферросилиций

56. Ферромарганец. Характеристика и производство

57. Феррохром. Характеристика и производство
58. Ферротитан. Характеристика и производство
59. Феррованадий. Характеристика и производство
60. Современный конвертерный процесс
61. Производство стали в электрических дуговых печах
62. Производство стали в индукционных электрических печах
63. Технологии плавки стали в мартеновских печах
64. Получение губчатого железа. Процесс Мидрекс
65. Получение губчатого железа. Процесс FINMET

3.4 Вопросы по разделу 3:

1. Получение и утилизация пылей и газов в цветной металлургии
2. Извлечение драгоценных металлов из полиметаллических руд.
3. Технологии переработки мышьяксодержащего сырья
4. Пирометаллургические процессы производства металлов, перспективы их развития
5. Значение и роль гидрометаллургии в извлечении металлов
6. Биометаллургия, пути ее развития
7. Технологии извлечения золота из упорных руд и концентратов
8. Примеры попутного извлечения рассеянных металлов в процессе переработки цветных металлов и отходов других производств.
9. Понятие об отходах. Источники образования отходов в металлургии. Классификация техногенных отходов.
10. Отходы медеплавильного производства, причины образования. Основные направления утилизации отходов медеплавильного производства.
11. Производство изделий из металла, перспективы развития
12. Образование отходов и промпродуктов в металлургии свинца.
13. Комплексность использования свинцовых концентратов.
14. Мировое производство стали, современное состояние и перспективы развития
15. Мировое производство алюминия, современное состояние и перспективы развития
16. Мировое производство ферросплавов, современное состояние и перспективы развития
17. Мировое производство меди, современное состояние и перспективы развития
18. Примеры применения сорбционных процессов в металлургии редких металлов.
19. Примеры использования экстракции в металлургии редких металлов.
20. Структура патента. Патентный поиск. Условия патентоспособности изобретения
21. Утилизация отходов уранового производства
22. Переработка шлаков ферросплавного производства

23. Использование титана в авиастроении и медицине
24. Тонкая очистка технологических газов свинцового производства
25. Перспективные технологии очистки производственных сточных вод
26. Переработка электронного лома.
27. Использование 3D-технологий в металлургии
28. Рециклинг лома и отходов цветных металлов
29. Отходы черной и цветной металлургии и подготовка отходов к переработке
30. Ресурсосбережение и проблемы охраны природы в металлургии
31. Утилизация и обезвреживание металлургических газов.
32. Очистка и утилизация промышленных стоков.
33. Комплексное использование сырья в металлургии вторичных цветных металлов. Рациональное использование алюминиевых отходов.
34. Комплексное использование сырья в металлургии вторичных цветных металлов. Комплексная переработка медного лома.
35. Комплексное использование сырья в металлургии вторичных цветных металлов. Переработка аккумуляторного лома.
36. Перспективы применения нанотехнологий в металлургии
37. Твердые сплавы. Получение и применение.
38. Инновационные технологии в производстве ниобия.
39. Инновационные технологии в производстве тантала.
40. Инновационные технологии в производстве бериллия.
41. Инновационные технологии в производстве урана.
42. Производство изделий из порошков
43. Проблемы комплексного использования сырья
44. Использование вторичных энергоресурсов
45. Охрана водного бассейна на металлургических предприятиях
46. Черная металлургия и проблемы снижения выбросов «парниковых газов»
47. Использование металлургических агрегатов для переработки бытовых отходов
48. Отходы титано-магниевого производства
49. Экологические проблемы свинцовых предприятий Казахстана
50. Источники образования отходов в металлургии
51. Газоочистка и производство газов в цветной металлургии
52. Технологии извлечения драгоценных металлов из полиметаллических руд
53. Основные этапы переработки мышьяксодержащего сырья
54. Пирометаллургия. Основы производства и перспективы развития
55. Кинетика и механизм выщелачивания металлов в гидрометаллургии
56. Основы микробиологических процессов извлечения золота
57. Факторы, определяющие выбор способа цианирования упорных золото- и серебросодержащих руд
58. Технологии попутного извлечения рассеянных металлов в процессе переработки цветных металлов и отходов других производств

59. Отходы на металлургических комбинатах. Источники образования отходов в металлургии. Техногенные отходы
60. Отходы, образующиеся в медеплавильном производстве. Причины образования и пути утилизации
61. Перспективы развития производства изделий из металла
62. Металлургии свинца. Образование отходов и промпродуктов
63. Комплексный подход использования свинцовых концентратов
64. Мировое производство и потребление стали. Перспективы развития сталеплавильного производства
65. Рынок алюминия. Мировое производство, состояние и перспективы развития

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1993. – 384 с.
2. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Минеев Г.Г. Биометаллургия золота. – М.: Металлургия, 1989. – 160 с.
4. Попель С.И. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1986. – 468 с.
5. Вольский А.Н., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1968. – 344 с.
6. Линчевский Б.В. Теория металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1995. – 346 с.
7. Гуляев А.П. Металловедение – М.: Металлургия, 1978. – 648 с.
8. С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев и др. Процессы и аппараты цветной металлургии. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2005. – 700 с.
9. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия: Учеб. для вузов. – М.: Металлургия, 1998. – 758 с.
10. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 442 с.
11. Марченко, Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 394 с.
12. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медно-никелевого сырья. – М.: Металлургия, 1988. – 431 с.
13. Беляев А.И. Металлургия легких металлов. – М.: Металлургия, 1970. – 368 с.
14. Лебедев В.А. Металлургия титана. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2015. – 194 с.

Дополнительная литература

1. Гасик М.И. Теория и технология электрометаллургии ферросплавов: Учебник для вузов / М.И. Гасик, Н.П. Лякишев. – М.: СП Интермет Инжиниринг, 1999. – 764 с.
2. Г.Г. Минеев. Теория металлургических процессов: учебник для студентов высших учебных заведений. – Иркутск : Изд-во Иркутского гос. технического ун-та 2010. – 522 с.
3. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. – М. : Мир, ООО «Издательство АСТ», 2003. – 528 с.
4. Юсфин Ю. С. Металлургия железа / Ю. С. Юсфин, Н. Ф. Пашков. – М. : Академкнига, 2007. – 464 с.
5. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых, Обоганительные процессы. – Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2006 г. – 417 с.
6. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. – М.: МИСИС, 2005. – 432 с.
7. Шиврин Г.Н. Металлургия свинца и цинка. – М.: Металлургия, 1982. – 352 с.
8. Масляницкий И.Н., Чугаев Л.В. и др. Металлургия благородных металлов. М.: Металлургия, 1986. – 432с.
9. Валуев Д.В. Технология переработки металлургических отходов: учебное пособие / Д.В. Валуев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 196 с.
10. Материаловедение и технология металлов: Учебник для студентов машиностроительных спец. вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Карпман, В. М. Матюнин и др. – 5-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2007. – 862 с.; ил.
11. Купряков Ю.П., Радзиховский В.А. Сбор и заготовка лома и отходов цветных металлов. – М. :Металлургия, 1998. – 68 с.
12. Карпов Ю.А. Переработка вторичного сырья, содержащего цветные металлы. – М.: Гиналмаззолото, 1996. – 290 с.
13. https://marketpublishers.ru/report/industry/metallurgy/iron_n_steel_market_review.html
14. <https://moluch.ru/archive/203/49838/>
15. <https://metalspace.ru/production-science/economy/905-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-chnoij-metallurgii-stran-brik.html>
16. https://marketpublishers.ru/report/industry/metallurgy/cooper_market_review.html
17. В. М. Кожухар. Основы научных исследований: Учебное пособие /. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2010. – 216 с.
18. Волкович, В.А. Металлургия урана и технология его соединений. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 104 с.
19. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М. И. Панфилов, Я. Ш. Школьник, Н. В. Орининский, В. А. Коломиец и др. – М.: Металлургия, 1987. – 238 с.

20. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. – 201 с.
21. Рогожников Д.А. Экологические проблемы металлургического производства. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2017. – 224 с.
22. Лолейт С.И., Стрижко Л.С. Извлечение благородных металлов из электронного лома. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2009. – 156 с.
23. Родионов А.П., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. – 800 с.
24. Страус В. Промышленная очистка газов. – М.: Химия, 1981. – 616 с.
25. Технология вторичных цветных металлов / Худяков И.Ф., Дорожкевич А.П., Кляйн С.Э. и др. – М.: Металлургия, 1985. – 76с.
26. Анциферов В.Н. и др. Под ред.: Митин Б.С. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.

5 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭССЕ И ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

1. Глубина раскрытия темы

- проблема раскрыта на теоретическом уровне, с корректным использованием научных терминов и понятий;
- представлена собственная точка зрения (позиция, отношение) при раскрытии проблемы;
- использована информация из различных источников.

2. Аргументация, доказательная база

- наличие аргументов из научной литературы и источников, соответствующих теме эссе;
- выявление причинно-следственных связей;
- наличие фактов и доказательств из исторического, социального и личного опыта.

3. Композиционная цельность и логика изложения

- наличие композиционной цельности, структурные компоненты эссе логически связаны;
- наличие внутренней логики, умение идти от частного к общему, от общего к частному;
- наличие выводов и обобщений.

4. Речевая культура

- демонстрация высокого уровня академического письма (лексика, знание научной терминологии, грамматика, стилистика)

Экзаменационные вопросы

1 БЛОК

- демонстрирует знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопросов;
- логично и последовательно выражает собственное мнение по обсуждаемой проблеме;
- владеет понятийно-категориальным аппаратом, научной терминологией.

2 БЛОК

- применяет методы, техники, технологии для решения проблем предметной области;
- аргументирует, сравнивает, классифицирует явления, события, процессы, делает выводы и обобщения на основе практических навыков;
- анализирует информацию из различных источников.

3 БЛОК

- критически анализирует и оценивает теоретические и практические разработки, научные концепции и современные тенденции развития науки;
- выявляет причинно-следственные связи при анализе процессов явлений.