

СИЛЛАБУС
2025-2026 оқу жылының күзгі семестрі
«7M05117 – Экологиялық биоинженерия» білім беру бағдарламасы

Пәннің ID және атауы	Білім алушының өзіндік жұмысын (МӨЖ)	Кредиттер саны		Кредит-тердің жалпы саны		Оқытушының жетекшілігімен білім алушының өзіндік жұмысы (ОБӨЖ)
		Дәрістер (Д)	Семинар сабақтар (СС)			
ID BMOSV 5303 «Ағынды суларды тазартудың биологиялық әдістері»	4	1,7	3,3		5	6
ПӘН ТУРАЛЫ АКАДЕМИЯЛЫҚ АҚПАРАТ						
Оқыту түрі	Циклы, компоненті	Дәріс түрлері	Семинар сабақтарының түрлері	Қорытынды бақылаудың түрі мен платформасы		
Оффлайн	Таңдау компоненті	Проблемалық, аналитикалық	Мәселені шешу, жағдаяттық тапсырмалар, пікірталас	Жазбаша - оффлайн		
Дәріскер (лер)	Кирбаева Дариға Кенжебаевна, б.ғ.к.					
e-mail:	kerbayeva.daryga@kaznu.kz					
Телефоны:	12-11					
ПӘННІҢ АКАДЕМИЯЛЫҚ ПРЕЗЕНТАЦИЯСЫ						
Пәннің мақсаты	Оқытудан күтілетін нәтижелер (ОН)*			ОН қол жеткізу индикаторлары (ЖИ)		
Мақсаты: биологиялық әдістерді пайдалана отырып гидросфераны химиялық ластанудан қорғау әдістері мен құралдары туралы, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қоршаған	1.Білім беру бағдарламасы бойынша ОН: Гидросфераның экологиялық маңызын, ластану көздерін және су экожүйелеріндегі биологиялық процестердің негіздерін білу.			1.1 Су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы, қазіргі экологиялық мәселелерімен танысады;		
	2. Су экожүйесін биологиялық тазартудағы микроорганизмдердің негізгі			1.2 Су экожүйесінің негізгі ластанушы көздері (механикалық, химиялық, физикалық, биологиялық) жайында жалпы түсініктері мен оларға қойылатын талаптарды меңгереді		
				2.1 Су экожүйесінің микрофлоралары мен олардың негізінде түзілетін микробиологиялық процестерді меңгеру;		

ортаны қорғау бойынша инженерлік-экологиялық шешімдерді енгізу, су бассейнін ластаудың химиялық, физикалық қорғаудың биологиялық әдістерін жіктеулер мен өндірістік қалдықтарды тазалау, қайта өңдеуде қолданылатын негізгі жабдықтар қарастырылады.	түрлерінің биологиялық ерекшеліктері мен микробиологиялық процестерді білу.	2.2 Су экожүйесінің санитарлы көрсеткішті микроорганизмдерді игереді.
	3. Су мен өндірістік қалдықтарды биологиялық тазарту, биоремедиация және заманауи технологияларды меңгеру	3.1 Су экожүйесін тазалаудың қазіргі жетістіктері мен негізгі биореакторлар түрлерін меңгереді 3.2 Ауылшаруашылық қалдық суларды тазалаудағы фототрофты организмдердің рөлі және олардың экобиотехнологиялық тиімділігін игереді.
	4. Ғылыми жұмысты жоспарлау, алынған мәліметтерді биологиялық, экологиялық маңыздылығы бойынша бақылау жұмыстарын, эссе, реферат және презентациялар жасайды	4.1 Химиялық ластаушы заттарды биологиялық нысаналар негізінде биодegradациялау және биоремедиациялау мүмкіндіктерін сипаттайды
		4.2 Судағы органикалық заттардың микроорганизмдер негізіндегі биодegradациялар және оларды экологиялық тұрғыда бағалалаудың негізгі маңыздылығын меңгереді
		4.3 Ағынды суларды аэробты және анаэробты биологиялық тазарту технологияларының салыстырмалы талдаулар жасайды
	5. Ағын суларды тазалаудағы фототрофты организмдерді қолданудың тәжірибелік дағдылары, экологиялық саясат және өндірістік технологияларды білу	5.1 Су ресурстарындағы фототрофты организмдердің рөлі, консорциумдары және биофилтр түзуші микроорганизмдердің биологиялық ерекшеліктерімен танысады 5.2 Су ресурстарын ұтымды пайдалану, жасыл технологиялар мен экологиялық шешімдерді талқылайды
Пререквизиттер	Экологиялық биоинженериядағы заманауи әдістер; Өндірістік биотехнология	
Постреквизиттер	Пәнді меңгеру барысында және одан кейінгі оқу кезеңінде магистрант қатар оқитын пәндермен, арнайы курстармен өзара байланысы бар	
Оқу ресурстары	Әдебиет: негізгі, қосымша. 1. Луканин А.В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. -242 с. 2. Кольцов, В. Б. Очистка сточных вод : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 164 с. 3. Биоремедиация и мониторинг загрязненных экосистем на основе микроводорослей : монография. - Москва : Альтекс. - 2020. - 280 с. / Соавт.: А. К. Садвакасова, Д. Н. Маторин. 4. Сахарова О. В., Сахарова Т.Г. Водная микробиология / Издательство "Лань", 2-е изд., стер. - 2022. – 261 с. 5. Ким И., Кращенко В.Микробиология переработки водных биологических ресурсов.-М.: Моркнига, 2015.-349с. Зерттеушілік инфрақұрылымы Биотехнология кафедрасы Интернет-ресурстар 1. http://elibrary.kaznu.kz/ru 2. https://research-journal.org 3. https://biology-book.ru/	

	4. https://www.iprbookshop.ru/63076.html 5. https://kubsau.ru/upload/iblock/d03/d03edb0b5c59c1b4adb3ac1bca4fda77.pdf 6. https://www.ektu.kz/courselist.aspx?lang=ru&EmployeeId=61069
--	--

Пәннің академиялық саясаты	Пәннің академиялық саясаты әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың <u>Академиялық саясатымен және академиялық адалдық Саясатымен</u> айқындалады. Құжаттар Univer ИЖ басты бетінде қолжетімді. Ғылым мен білімнің интеграциясы. Магистранттардың ғылыми-зерттеу жұмысы – бұл оқу үдерісінің тереңдетілуі. Ол тікелей кафедраларда, зертханаларда, университеттің ғылыми және жобалау бөлімшелерінде, студенттік ғылыми-техникалық бірлестіктерінде ұйымдастырылады. Білім берудің барлық деңгейлеріндегі білім алушылардың өзіндік жұмысы заманауи ғылыми-зерттеу және ақпараттық технологияларды қолдана отырып, жаңа білім алу негізінде зерттеу дағдылары мен құзыреттіліктерін дамытуға бағытталған. Зерттеу университетінің оқытушысы ғылыми-зерттеу қызметінің нәтижелерін дәрістер мен семинарлық (практикалық) сабақтар, зертханалық сабақтар тақырыбында, силлабустарда көрініс табатын және оқу сабақтары мен тапсырмалар тақырыптарының өзектілігіне жауап беретін ОМӨЗ, МӨЗ тапсырмаларына біріктіреді. Сабаққа қатысуы. Әр тапсырманың мерзімі пән мазмұнын іске асыру күнтізбесінде (кестесінде) көрсетілген. Мерзімдерді сақтамау балдардың жоғалуына әкеледі. Академиялық адалдық. Практикалық/зертханалық сабақтар, МӨЖ білім алушының дербестігін, сыни ойлауын, шығармашылығын дамытады. Плагиат, жалғандық, шпаргалка пайдалану, тапсырмаларды орындаудың барлық кезеңдерінде көшіруге жол берілмейді. Теориялық оқыту кезеңінде және емтихандарда академиялық адалдықты сақтау негізгі саясаттардан басқа <u>«Қорытынды бақылауды жүргізу Ережелері», «Ағымдағы оқу жылының күзгі/көктемгі семестрінің қорытынды бақылауын жүргізуге арналған Нұсқаулықтары», «Білім алушылардың тестілік құжаттарының көшіріліп алынуын тексеру туралы Ережесі»</u> тәрізді құжаттармен регламенттеледі. Инклюзивті білім берудің негізгі принциптері. Университеттің білім беру ортасы гендерлік, нәсілдік/этникалық тегіне, діни сенімдеріне, әлеуметтік-экономикалық мәртебесіне, студенттің физикалық денсаулығына және т.б. қарамастан, оқытушы тарапынан барлық білім алушыларға және білім алушылардың бір-біріне әрқашан қолдау мен тең қарым-қатынас болатын қауіпсіз орын ретінде ойластырылған. Барлық адамдар құрдастары мен курстастарының қолдауы мен достығына мұқтаж. Барлық студенттер үшін жетістікке жету, мүмкін емес нәрселерден гөрі не істей алатындығы болып табылады. Өртүрлілік өмірдің барлық жақтарын күшейтеді. Барлық білім алушылар, әсіресе мүмкіндігі шектеулі жандар, телефон/e-mail kk.dariga@gmail.com кеңестік көмек ала алады / немесе https://teams.live.com/join/9347530197026?p=WxBWbHL1cW8bN8cdC2 МООС интеграциясы (massive openonline course). МООС-тың пәнге интеграциялануы жағдайында барлық білім алушылар МООС-қа тіркелуі қажет. МООС модульдерінің өту мерзімі пәнді оқу кестесіне сәйкес қатаң сақталуы керек. Назар салыңыз! Әр тапсырманың мерзімі пәннің мазмұнын іске асыру күнтізбесінде (кестесінде) көрсетілген, сондай-ақ МООС-та көрсетілген. Мерзімдерді сақтамау балдардың жоғалуына әкеледі.
-----------------------------------	--

БІЛІМ БЕРУ, БІЛІМ АЛУ ЖӘНЕ БАҒАЛАНУ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ				
Білім алушылардың оқудағы жетістіктерін төрт балдық жүйе бойынша сандық эквивалентке сәйкес бағалаудың әріптік жүйесі			Бағалау әдістері	
Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдардың сандық	Пайыздық мазмұны	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау	Критериялы бағалау – айқын әзірленген критерийлер негізінде оқытудың нақты қол жеткізілген нәтижелерін оқытудан күтілетін нәтижелерімен ара салмақтық процесі. Формативті және жиынтық бағалауға негізделген.

	эквиваленті			Формативті бағалау – күнделікті оқу қызметі барысында жүргізілетін бағалау түрі. Ағымдағы көрсеткіш болып табылады. Білім алушы мен оқытушы арасындағы жедел өзара байланысты қамтамасыз етеді. Білім алушының мүмкіндіктерін айқындауға, қиындықтарды анықтауға, ең жақсы нәтижелерге қол жеткізуге көмектесуге, оқытушының білім беру процесін уақтылы түзетуге мүмкіндік береді. Дәрістер, семинарлар, практикалық сабақтар (пікірталастар, викториналар, жарыссөздер, дөңгелек үстелдер, зертханалық жұмыстар және т.б.) кезінде тапсырмалардың орындалуы, аудиториядағы жұмыс белсенділігі бағаланады. Алынған білім мен құзыреттілік бағаланады. Жиынтық бағалау – пән бағдарламасына сәйкес бөлімді зерделеу аяқталғаннан кейін жүргізілетін бағалау түрі. БӨЖ орындаған кезде семестр ішінде 3-4 рет өткізіледі. Бұл оқытудан күтілетін нәтижелерін игеруді дескрипторлармен арақатынаста бағалау. Белгілі бір кезеңдегі пәнді меңгеру деңгейін анықтауға және тіркеуге мүмкіндік береді. Оқу нәтижелері бағаланады.	
A	4,0	95-100	Өте жақсы		
A-	3,67	90-94			
B+	3,33	85-89	Жақсы		
B	3,0	80-84			
B-	2,67	75-79			
C+	2,33	70-74			
C	2,0	65-69			
C-	1,67	60-64	Қанағаттанарлық		
D+	1,33	55-59			
D	1,0	50-54			
FX	0,5	25-49			
F	0	0-24	Қанағаттанарлықсыз		
3					
Оқу курсының мазмұнын іске асыру күнтізбесі (кестесі). Оқытудың және білім берудің әдістері					
1	1-СС. Су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы, қазіргі экологиялық мәселелер 1. Су ресурстарының жаһандық деңгейдегі стратегиялық маңызы қандай факторлармен айқындалады және олардың тұрақты даму мақсаттарымен өзара байланысы қалай сипатталады? 2. Аймақтық деңгейде су ресурстарының таралуындағы теңсіздік әлеуметтік-экономикалық даму мен экологиялық қауіпсіздікке қалай әсер етеді? 3. Қазіргі климаттың өзгеруі жағдайында су ресурстарының сапасы мен санына төнетін негізгі экологиялық қатерлерді ғылыми тұрғыда талдаңыз. 4. Антропогендік қызметтің (өнеркәсіп, ауыл шаруашылығы, урбандалу) су экосистемалерінің деградациясына әсер ету механизмдерін сипаттаңыз. 5. Траншекаралық су ресурстарын басқарудағы экологиялық және саяси мәселелердің өзара байланысын бағалаңыз. 6. Су ресурстарын ұтымды пайдалану мен қорғауға бағытталған заманауи интеграцияланған басқару тәсілдерінің тиімділігіне ғылыми талдау жасаңыз.				

2	2-СС. Судың сапасын анықтаудағы физикалық, химиялық, биологиялық көрсеткіштер 1. Су ресурстарының органолептикалық және физикалық-химиялық сипаттамаларының өзара байланысы; 2. Су ортасындағы иондық тепе-теңдік пен буферлік сыйымдылық; 3. Органикалық ластанудың химиялық индикаторлары; 4. Биологиялық индикация және биотестілеу әдістері; 5. Антропогендік эвтрофикация процесінің гидрохимиялық негіздері;
3	3-СС. Микроорганизмдердің табиғи сулардағы экологиялық қызметі 1. Табиғи су экожүйелерінде микроорганизмдердің көміртек, азот және фосфордың биогеохимиялық айналымдарындағы ролі қалай жүзеге асады? 2. Микроорганизмдер су қоймаларының өзін-өзі тазарту үдерістеріне қандай механизмдер арқылы қатысады? 3. Антропогендік ластану факторлары табиғи сулардағы микробтық қауымдастықтардың құрылымы мен функционалдық белсенділігіне қалай әсер етеді? 4. Микроорганизмдердің эвтрофикация үдерісіндегі ролі мен гипоксиялық аймақтардың қалыптасуына ықпалын ғылыми тұрғыда талдаңыз. 5. Табиғи су экожүйелеріндегі микробтық биоалуантүрлілік пен экологиялық жағдайды бағалауда қолданылатын заманауи әдістерге сипаттама беріңіз.
4	4-СС. Судағы микроорганизмдер, олардың жіктелуі және экологиялық ролі 1. Микроорганизмдердің экологиялық-трофикалық жіктелуі 2. Микробтық "тұйықталған цикл" 3. Экологиялық және санитарлық ролі
5	5-СС. Аэробты, анаэробты және факультативті биологиялық тазарту әдістері 1. Аэробты биологиялық тазарту әдістерінің (аэротенк, биофильтр) жұмыс істеу принциптері мен тиімділігін анықтайтын негізгі факторларды сипаттаңыз. 2. Анаэробты тазарту үдерістерінде микроорганизмдердің метаболизмдік ерекшеліктері мен органикалық заттардың ыдырау сатылары қандай? 3. Аэробты және анаэробты биологиялық тазарту әдістерінің артықшылықтары мен шектеулерін салыстырмалы түрде талдаңыз. 4. Факультативті биологиялық тазарту жүйелерінің экологиялық және технологиялық ерекшеліктері қандай жағдайларда тиімді қолданылады? 5. Биологиялық тазарту әдістерін таңдау кезінде ағынды сулардың құрамы мен экологиялық талаптардың ролін ғылыми тұрғыда бағалаңыз.
6	6-СС. Биоиндикация, биотесттеу және микробиологиялық бақылау әдістері 1. Биоиндикация әдісінің теориялық негіздері мен оны қоршаған ортаның экологиялық жағдайын бағалауда қолданудың ғылыми маңызын сипаттаңыз. 2. Биотесттеу әдістерінде қолданылатын тест-организмдерді таңдаудың критерийлері және олардың сезімталдық деңгейі қалай анықталады? 3. Биоиндикация мен биотесттеу әдістерінің экологиялық мониторинг жүйесіндегі артықшылықтары мен шектеулерін салыстырмалы түрде талдаңыз. 4. Микробиологиялық бақылау әдістерінің су және топырақ экожүйелеріндегі ластану деңгейін бағалаудағы ролін ғылыми тұрғыда негіздеңіз. 5. Экологиялық мониторингте биоиндикация, биотесттеу және микробиологиялық бақылау әдістерін кешенді қолданудың тиімділігін бағалаңыз.
7	7-СС. Аэробты, анаэробты және факультативті биологиялық тазарту әдістері 1. Аэробты биологиялық тазарту әдістерінің жұмыс істеу механизмі мен тиімділігін анықтайтын негізгі физика-химиялық және биологиялық факторлар қандай? 2. Анаэробты биологиялық тазарту үдерістерінде органикалық заттардың сатылы ыдырау жолдары мен микроорганизмдердің функционалдық топтарының ролін түсіндіріңіз.

	3. Аэробты және анаэробты тазарту әдістерінің энергетикалық тиімділігі мен экологиялық әсерін салыстырмалы түрде талдаңыз. 4. Факультативті биологиялық тазарту жүйелерінің құрылымдық ерекшеліктері мен оларды қолданудың экологиялық-экономикалық негіздемесі қандай?
8	8-СС. Белсенді тұнба, аэротенктер және биофилтрлердің жұмыс принципі 1. Белсенді тұнбаның микробиологиялық құрамы мен оның ағынды сулардағы органикалық заттарды ыдыратудағы рөлі қандай? 2. Аэротенктерде аэрация режимінің (оттегі концентрациясы, араластыру қарқындылығы) биологиялық тазарту тиімділігіне әсерін талдаңыз. 3. Белсенді тұнба жүйесінде тұнбаны рециркуляциялау мен артық тұнбаны шығару процестерінің маңызын ғылыми тұрғыда негіздеңіз. 4. Биофилтрлердегі биологиялық қабықшаның (биопленканың) қалыптасу механизмі мен оның тұрақтылығына әсер ететін факторларды сипаттаңыз. 5. Аэротенктер мен биофилтрлердің технологиялық артықшылықтары мен шектеулерін салыстырмалы түрде бағалаңыз. 6. Ағынды сулардың құрамы мен жүктемесіне байланысты биологиялық тазарту құрылғыларын таңдаудың ғылыми критерийлерін талдаңыз.
9	9-СС. Метантенктер, биогаз түзілуі және энергияны қайта пайдалану 1. Метантенктердің морфологиялық және физиологиялық ерекшеліктері, сондай-ақ олардың органикалық заттарды метанға айналдырудағы рөлі қандай? 2. Биогаз түзілу үдерісіндегі негізгі кезеңдер мен әр кезеңде қатысатын микроорганизмдердің функционалдық топтары қалай сипатталады? 3. Анаэробты қопсытқыштарда биогаздың көлемін және құрамын арттыру үшін қолданылатын негізгі технологиялық параметрлерді талдаңыз. 4. Биогазды энергия көзі ретінде қолданудың экономикалық және экологиялық тиімділігін салыстырмалы түрде бағалаңыз. 5. Метантенктердің метаболизмін зерттеу арқылы органикалық қалдықтарды анаэробты тазарту процесін оңтайландыру әдістерін ғылыми тұрғыда сипаттаңыз. 6. Қалдықтарды энергияға айналдыру жүйелерінде биогаз өндірісінің тұрақтылығын және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету тәсілдерін талдаңыз.
10	10-СС. Мұнай өнімдері, пестицидтер, фенолдар және ауыр металдардың биологиялық ыдырауы 1. Мұнай өнімдерінің табиғи және жасанды ортадағы биологиялық ыдырау механизмдері қандай микроорганизмдік топтардың қатысуымен жүреді? 2. Пестицидтердің органикалық және микробиологиялық ыдырау жолдарын сипаттап, олардың экожүйеге әсерін бағалаңыз. 3. Фенолдар мен олардың туындыларының су және топырақтағы микробиологиялық деграация процестерін талдаңыз. 4. Ауыр металдардың биотрансформациясы және микроорганизмдердің металдарға төзімділік механизмдері қандай? 5. Органикалық ластаушылардың (мұнай өнімдері, пестицидтер, фенолдар) биологиялық ыдырау жылдамдығына әсер ететін экологиялық факторларды сипаттаңыз. 6. Металдар мен органикалық ластаушылардың бірлескен қатысуының микробиологиялық ыдырауға әсерін ғылыми тұрғыда бағалаңыз. 7. Қалдықтарды микробиологиялық жолмен тазартуда қолданылатын қазіргі заманғы биоремедиация әдістері мен олардың тиімділігін салыстырмалы түрде талдаңыз.
11	11-СС. Су бассейндерін қалпына келтірудегі микроорганизмдер мен су өсімдіктерін қолдану 1. Су бассейндерін қалпына келтіруде микроорганизмдердің рөлі мен олардың органикалық және химиялық ластаушы заттарды ыдыратудағы тиімділігін сипаттаңыз. 2. Су өсімдіктерін (гидрофиттерді) қолдану арқылы экожүйені қалпына келтіру әдістерінің принциптері мен механизмдерін талдаңыз. 3. Микробиологиялық және фитотехнологиялық тәсілдерді интеграцияланған қолданудың су сапасын жақсартуға әсерін ғылыми тұрғыда бағалаңыз. 4. Су өсімдіктерінің экологиялық қызметі мен олардың микроорганизмдермен өзара әрекеттесуінің қалпына келтіру процестеріндегі маңызын талдаңыз.

	5. Су бассейндерін қалпына келтіруде қолданылатын микроорганизмдер мен су өсімдіктерінің тиімділігін бағалау үшін қолданылатын эксперименттік және аналитикалық әдістерді сипаттаңыз.
12	12-СС. Тұрмыстық қалдық суларды микробалдырлар көмегімен тазалау 1. Микробалдырларды қолданудың тұрмыстық қалдық суларды тазалаудағы биохимиялық механизмдерін сипаттаңыз. 2. Микробалдырлар арқылы ластаушы заттардың (азот, фосфор, органикалық заттар) кету тиімділігін анықтайтын негізгі факторларды талдаңыз. 3. Тұрмыстық қалдық суларды микробалдырлармен тазалау жүйелерінің құрылымдық типтері мен технологиялық ерекшеліктерін сипаттаңыз. 4. Микробалдырларды қолдану кезінде экологиялық қауіпсіздік пен энергияны үнемдеу аспектілерін ғылыми тұрғыда бағалаңыз. 5. Қалдық суларды микробалдырлармен тазалау тиімділігін бағалау үшін қолданылатын эксперименттік және аналитикалық әдістерді сипаттаңыз.
13	13-СС. Суды микробиологиялық тазарту әдістері: дәстүрлі және заманауи 1. Биореакторлардың түрлері мен олардың ағынды суларды биологиялық тазалауда қолданылу ерекшеліктерін сипаттаңыз. 2. Тұндырғыштардың жұмыс принциптері мен органикалық және сусымалы заттарды бөліп алу тиімділігіне әсер ететін факторларды талдаңыз. 3. Сүзгілердің құрылымдық типтері мен оларды ластаушы заттарды ұстап қалуда қолдану ерекшеліктерін ғылыми тұрғыда түсіндіріңіз. 4. Қосымша құрылғылардың (аэрация жүйелері, араластырғыштар, қыздыру және өлшеу аспаптары) биореакторлар мен сүзгілердің тиімділігін арттырудағы рөлін сипаттаңыз. 5. Биореакторлар мен тұндырғыштардағы гидравликалық және биохимиялық режимдердің тазарту тиімділігіне әсерін салыстырмалы түрде бағалаңыз. 6. Су тазалау жүйелерінде әртүрлі құрылғылардың интеграцияланған жұмысын жобалау кезінде экологиялық және экономикалық критерийлерді қалай есепке алу керектігін талдаңыз.
14	14-СС. Биореакторлар, тұндырғыштар, сүзгілер және қосымша құрылғылардың ерекшеліктері 1. Биореакторлардың түрлері мен олардың ағынды суларды биологиялық тазалаудағы ерекшеліктерін сипаттаңыз. 2. Тұндырғыштардың жұмыс принциптері мен суспендтелген заттарды тиімді бөліп алу факторларын талдаңыз. 3. Сүзгілердің құрылымдық типтері мен оларды ластаушы заттарды ұстап қалуда қолдану ерекшеліктерін түсіндіріңіз. 4. Қосымша құрылғылардың (аэрация жүйелері, араластырғыштар, өлшеу аспаптары) биореакторлар мен сүзгілердің тиімділігін арттырудағы рөлін сипаттаңыз. 5. Су тазалау жүйелерінде әртүрлі құрылғылардың интеграцияланған жұмысын жобалау кезінде экологиялық және экономикалық критерийлерді қалай есепке алу керектігін талдаңыз.
15	15-СС. Су ресурстарын ұтымды пайдалану, экологиялық саясат және жасыл технологиялар 1. Су ресурстарын ұтымды пайдалану принциптері мен оларды экологиялық тұрақтылыққа жетуде қолданудың маңызын талдаңыз. 2. Мемлекеттік және халықаралық деңгейдегі экологиялық саясаттың су ресурстарын басқарудағы рөлін сипаттаңыз. 3. Жасыл технологияларды су сапасын сақтау және су үнемдеу мақсатында қолданудың артықшылықтары мен шектеулерін салыстырмалы түрде бағалаңыз. 4. Су ресурстарын тиімді басқаруда трансшекаралық өзендер мен көлдерге қатысты құқықтық және экологиялық мәселелерді талдаңыз. 5. Су ресурстарын ұтымды пайдалану, экологиялық саясат және жасыл технологияларды интеграцияланған түрде қолданудың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік тиімділігін бағалаңыз.