

БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ЗА ИЗСЛЕДВАНИЯ НА КЛИМАТА, АТМОСФЕРАТА И ВОДИТЕ

бул. „Цариградско шосе“ 66, 1784 София

Тема: **РЕЧНИ СИСТЕМИ И ВОДОСБОРНИ БАСЕЙНИ**
RIVER SYSTEMS AND WATERSHEDS

Кредити: 20 точки

Форма на обучение: Редовна/заочна/свободна

Лектор:

Проф. Нели Христова

Prof. Nelly Hristova

GSM 0887-90-55-15

Хорариум

30 учебни часа (20 часа лекции + 10 часа семинари/дискусии)

Анотация

Лекционният курс „Речни системи и водосборни басейни“ е предназначен за докторанти в областта на хидрологията, екологията, управлението на природните ресурси и сродни дисциплини. Курсът представя съвременните концепции и методи в хидрологията с фокус върху речните системи и речните водосбори. Разглеждат се фундаменталните процеси на формиране на речния отток, взаимодействието между компонентите на хидроложкия цикъл във водосборните басейни, и приложението на съвременни моделиращи подходи. Особено внимание се отделя на системния анализ на речните водосбори, нелинейната динамика на хидроложките процеси и управлението на речните водни ресурси в контекста на изменение на климата и устойчивото развитие. Курсът интегрира теоретични знания с практически приложения и съвременни изследователски методи.

Annotation:

The lecture course “River Systems and Catchments” is designed for doctoral students in the fields of hydrology, ecology, natural resource management, and related disciplines. The course presents modern concepts and methods in hydrology with a focus on river systems and river catchments. The fundamental processes of streamflow formation, the relationship between the rivers and components of the hydrological cycle, and the application of modern modelling approaches are examined. Particular attention is paid to the systematic analysis of river catchments, the nonlinear dynamics of hydrological processes and the management of river water resources in the context of climate change and sustainable development. The course integrates theoretical knowledge with practical applications and modern research methods.

Компетентности

След завършване на курса докторантите ще:

- Познават съвременните теории и концепции за функционирането на речните системи и водосборните басейни
- Разбират комплексните взаимодействия между хидроложките процеси и околната среда
- Прилагат системен подход при анализа на хидроложки явления и процеси
- Анализират пространствено-времевата динамика на речния отток
- Оценяват въздействието на природните и антропогенни фактори върху речните водни ресурси

- Разработват научноизследователски проекти в областта на хидрологията
- Интерпретират критично научна литература и експериментални данни

Методи на оценяване

Вариант 1: Комбинирано оценяване: курсова работа (60%) + устен изпит (40%) по предварително зададен конспект

Вариант 2: Портфолио оценяване

Компонент	Тегло
Участие в семинари и дискусии	20%
Курсова работа	40%
Писмен изпит (тест + отворени въпроси)	40%
Общо	100%

ЛЕКЦИИ

Разпределение на темите за лекции и практически дейности

№	Тема	Часове
1	Историческо развитие и съвременни парадигми в хидрологията	2
2	Речният водосбор като отворена природна система	2
3	Реките като елементи на хидрографската мрежа и природните ландшафти	2
4	Модели валежи-отток: от концептуални към физически базирани	2
5	Хидроложки отговор на подстилащата повърхност в речния водосбор	2
6	Структура и динамика на речния отток	4
7	Екстремни хидроложки явления и гранични състояния	2
8	Речните системи в контекста на устойчивото развитие и зелената трансформация	2
9	Градска хидрология и сини-зелени инфраструктури	2
Общо		20

Тема 1: Историческо развитие и съвременни парадигми в хидрологията (2 часа)

Еволюция на хидроложките знания от античността до наши дни. Преход от емпирична към научна хидрология. Съвременни предизвикателства и нови направления в хидроложката наука. Интердисциплинарен характер на съвременната хидрология

Тема 2: Речният водосбор като отворена природна система (2 часа)

Системен подход в хидрологията. Структурни и функционални характеристики на водосборния басейн. Входни и изходни потоци на вещество и енергия. Обратни връзки и саморегулация. Йерархична организация на водосборните системи. Концепцията за хидроложка свързаност.

Тема 3: Реките като елементи на хидрографската мрежа и природните ландшафти (2 часа)

Морфометрични характеристики на речните мрежи. Законите на Хортон-Стралер. Фрактална геометрия на речните системи. Речните коридори като екотони. Концепцията за речния континуум.

Тема 4: Модели валежи-отток: от концептуални към физически базирани (2 часа)

Типове хидроложки модели. Концептуални модели: SCS-CN, HBV, TOPMODEL. Физически базирани модели: SHE, MIKE SHE. Параметризация и калибриране. Несигурност в моделирането. Ансамблово моделиране и прогнозиране.

Тема 5: Хидроложки отговор на подстилащата повърхност в речния водосбор (2 часа)

Роля на почвите, растителността и геологията. Урбанизация и промени в земеползването. Горски екосистеми и хидроложки процеси. Влияние на снежната покривка и ледниците.

Антропогенни модификации на водосборите. Възстановяване на естествени хидроложки режими.

Тема 6: Структура и динамика на речния отток (4 часа)

Компоненти на речния отток. Механизми на формиране на оттока. Пространствена и времева изменчивост. Режим на речния отток. Честотен анализ и спектрални характеристики. Дългопериодични колебания и тенденции.

Тема 7: Екстремни хидроложки явления и гранични състояния (2 часа)

Наводнения и засушавания като гранични състояния. Нелинейна динамика и прагови ефекти. Режим „blow up“ в речните системи. Каскадни ефекти и домино реакции. Анализ на риска и уязвимостта. Адаптивно управление при екстремни условия.

Тема 8: Речните системи в контекста на устойчивото развитие и зелената трансформация (2 часа)

Водните ресурси и целите за устойчиво развитие. Климатични промени и адаптация. Зелена и синя инфраструктура. Кръгова икономика и водни ресурси. Възобновяема енергия от водни източници. Иновативни технологии за мониторинг и управление. Бъдещи предизвикателства и възможности.

Тема 9: Градска хидрология и сини-зелени инфраструктури (2 часа)

Особености на урбанизираните водосбори. Модификация на хидроложкия цикъл в градска среда. Водопроникливи настилки и инфилтрационни съоръжения. Интегрирано управление на градските води. Градски наводнения и адаптация към климатичните промени.

СЕМИНАРНИ ЗАНЯТИЯ (10 часа)

№	Вид дейност	Тема	Часове
1	Семинар	Анализ на хидроложки данни и времеви редове	2
2	Семинар	Критичен анализ на научни публикации	2
3	Семинар	Хидроложки отговор на входните въздействия в речния водосбор	2
4	Упражнение	Единичен хидрограф: анализ и приложение	2
5	Дискусия	Представяне на курсови работи	2
Общо			10

Семинар 1: Анализ на хидроложки данни и времеви редове (2 часа). Практическа работа с хидрометрични данни. Статистически анализ, тренд-анализ, автокорелация.

Семинар 2: Критичен анализ на научни публикации. Представяне и дискусия на актуални научни статии. Методология на научното изследване. Писане на научни текстове.

Семинар 3: Хидроложки отговор на входните въздействия в речния водосбор. Анализ на аналитични зависимости между речния отток и обуславящите го фактори.

4. Упражнение: Единичен хидрограф: анализ и приложение

Единичният хидрограф (ЕХ) представлява хидрографа на директния отток, получен от 1 mm (или 1 cm) ефективен валеж, равномерно разпределен върху водосбора за определена продължителност D .

Основни допускания: а) ординатите на хидрографа са пропорционални на ефективния валеж; б) отделните хидрографи могат да се сумират; ЕХ не се променя във времето за даден водосбор.

Ключови параметри: t_p – време до пика (lag time); Q_p – максимален отток (пиков дебит); t_b – време на базата на хидрографа; D – продължителност на ефективния валеж

Практическа задача:

Задача 1: Извеждане на единичен хидрограф от наблюдения

Дадено: Измерени данни от валеж и отток за водосбор с площ $A = 150 \text{ km}^2$

Време (h)	Валеж (mm)	Общ отток Q (m ³ /s)	Базов отток Q _b (m ³ /s)	Време (h)	Валеж (mm)	Общ отток Q (m ³ /s)	Базов отток Q _b (m ³ /s)
0	0	5.0	5.0	6	0	28.0	5.0
1	12	5.0	5.0	7	0	19.0	5.0
2	18	8.5	5.0	8	0	13.0	5.0
3	15	22.0	5.0	9	0	9.0	5.0
4	0	45.0	5.0	10	0	6.5	5.0
5	0	38.0	5.0	11	0	5.0	5.0

Решение:

1: Определяне на директния отток: $Q_d(t) = Q(t) - Q_b(t)$

Време (h)	Директен отток Q _d (m ³ /s)	Време (h)	Директен отток Q _d (m ³ /s)	Време (h)	Директен отток Q _d (m ³ /s)
0	0	5	33.0	9	4.0
1	0	6	23.0	10	1.5
2	3.5	7	14.0	11	0
3	17.0	8	8.0		
4	40.0				

2: Изчисляване на обема на директния отток

$$V = \sum Q_d(t) \times \Delta t \times 3600 = 143.5 \text{ m}^3/\text{s} \times 1\text{h} \times 3600 \text{ s/h} = 516,600 \text{ m}^3$$

3: Изчисляване на ефективния валеж

$$P_{\text{eff}} = V/A = 516,600 \text{ m}^3 / (150 \times 10^6 \text{ m}^2) = 0.00344 \text{ m} = 3.44 \text{ mm}$$

4: Изчисляване на загубите

$$\text{Общ валеж } P = 12 + 18 + 15 = 45 \text{ mm}$$

$$\text{Загуби} = P - P_{\text{eff}} = 45 - 3.44 = 41.56 \text{ mm}$$

$$\text{Коефициент на отток} = P_{\text{eff}}/P = 3.44/45 = 0.076 \text{ (7.6\%)}$$

5: Извеждане на единичния хидрограф за $D = 3$ часа

$$UH(t) = Q_d(t)/P_{\text{eff}} \text{ [в mm]}$$

Време (h)	ЕХ ординати (m ³ /s/mm)	Време (h)	ЕХ ординати (m ³ /s/mm)	Време (h)	ЕХ ординати (m ³ /s/mm)
0	0	5	9.59	9	1.16
1	0	6	6.69	10	0.44
2	1.02	7	4.07	11	0
3	4.94	8	2.33		
4	11.63				

Дискусия 5: Представяне на курсови работи (2 часа). Презентации на докторантите. Научна дискусия. Обратна връзка и препоръки..

КОНСПЕКТ ЗА ИЗПИТ (устна форма)

Теоретични въпроси:

1. Историческо развитие на знанията за речните води
2. Системен подход в изучаването на речните водосбори
3. Хидроложкият цикъл в речните водосбори
4. Морфометрия на речните мрежи и законите на Хортон-Стралер
5. Механизми на формиране на речния отток
6. Пространствено-времева структура на речния отток
7. Концептуални модели валежи-отток
8. Екстремни хидроложки явления - наводнения и засушавания
9. Антропогенно въздействие върху речните системи

10. Речни водни ресурси и тяхното управление

ТЕМИ ЗА КУРСОВА РАБОТА

1. Анализ на многогодишни изменения на речния отток в избран водосбор
2. Хидроложки процеси в карстови водосбори
3. Сезонна динамика на речния отток в избрани водосбори от България
4. Природосъобразни решения за управление на наводненията
5. Анализ на засушаванията чрез стандартизирани индекси
6. Екосистемни услуги на речните системи

БИБЛИОГРАФИЯ

Основна литература:

- Beven, K. (2012). *Rainfall-Runoff Modelling*. Wiley-Blackwell. Достъпна на адрес: <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/848/1/183.pdf>
- Brooks, K. N., Ffolliott, P. F., Magner, J. A. (2013). *Hydrology and the management of watersheds*. Wiley-Blackwell. Достъпна на адрес: <https://download.e-bookshelf.de/>
- Chow, V., Maidment, D., Mays, L. (2013). *Applied Hydrology*, (2nd ed.). McGraw-Hill Companies. Достъпна на адрес: https://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf
- (
- Dingman, S.L. (2015). *Physical Hydrology* (3rd ed.). Waveland Press. Достъпна на адрес: <https://books.google.bg/books>
- Hydrology: A Science for Engineers* (2015). под ред. André Musy, Benoit Hingray, Cécile Picouet. Достъпна на адрес: <https://books.google.bg/books>
- International Glossary of Hydrology*. (2012). World Meteorological Organization. Достъпен на адрес: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862>
- Runoff Prediction in Ungauged Basins: Synthesis across Processes, Places and Scales*. (2013). под ред. на G. Blöschl, M. Sivapalan, T. Wagener, A. Viglione, H. Savenije. Достъпна на адрес: <https://books.google.bg/books>
- Tarboton, D. G. (2003). *Rainfall-runoff processes*. <https://hydrology.usu.edu/rrp/> Достъпна на адрес: <https://hydrology.usu.edu/rrp/pdfs/RainfallRunoffProcesses.pdf>
- Watershed Hydrology, Management and Modelling*. Taylor & Francis Group, LLC. Достъпна на адрес: <https://api.pageplace.de>
- Христова, Н. (2024). *Хидросфера. Хидрология на сушата и Световния океан*. София: Neofeedback

Допълнителна литература:

- (2), 966–983. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020062>
- ,
- Edwards, P. J., Williard, K. W.J., Schoonover, J. E. (2015). Fundamentals of Watershed Hydrology. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154(1), 3–20.
- ,
- ,
- McDonnell, J. J. & Woods, R. (2004). On the need for catchment classification. *Journal of Hydrology*, 299, 2–3.
- ,
- ,
- Ø
- Христова, Н. (2012). *Речни води на България*. София: Тип-топ прес.
- §

Онлайн ресурси

- ¶ GRDC – Global Runoff Data Centre: <https://www.bafg.de/GRDC>
- ¶ USGS Water Data: <https://water.usgs.gov/data/>
- ¶ Copernicus Climate Change Service: <https://climate.copernicus.eu/>
- ¶ NASA Giovanni: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>

¶

Ø

8

a

l

8

- **European Flood Awareness System (EFAS):** <https://www.efas.eu/>

Научни списания:

- Water Resources Research (AGU)
- Journal of Hydrology (Elsevier)
- Hydrology and Earth System Sciences (EGU)
- Hydrological Processes (Wiley)
- Advances in Water Resources (Elsevier)