

## Annex 1

### A list of thematic layers to be created for evaluating GHG emissions from organic soils according to the approved methodology

Name of I level folder	Name of II level folder	Name of III level folder	Name of IV level folder	Name of V level folder	.shp data format		
					File name	Thematic layer name	Nature of data and attribute table structure
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest. As of year t.	Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest. As of year t.	Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on wetland soils (133). As of year t.	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on wetland soils (133). As of year t.	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on high and intergrade peatlands (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on high and intergrade (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Coniferous forest. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Coniferous forest. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Shrubs. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Shrubs. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Annual crops. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Annual crops. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.



Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Crops annual	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Annual crops on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

						t: Non-shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

						t: Non-shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_133_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on wetland soils (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (135).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_135_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (135).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (136).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_136_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (136).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_137_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low peatlands (138)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_138_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low peatlands (138)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low iron peatlands (139)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_139_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low iron peatlands (139)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low carbonate peatlands (140).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_140_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low carbonate peatlands (140).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_151_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_153_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Forest	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within forests	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Forest	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils by oblasts, by type of land use as of year t: Water bodies within forests	Land use code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Crops Annual	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within croplands (crops)	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Crops Annual	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils by oblasts, by type of land use as of year t: Water bodies within croplands (crops)	Land use code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Dry_	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within heavily drained (average groundwater level below 30 cm) organic soils with grasses (grasslands)	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Dry_	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils by oblasts, by type of land use as of year t: Water bodies within heavily drained (average groundwater level below 30 cm) organic soils with grasses (grasslands)	Land use code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Dry_	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within slightly drained (average groundwater level higher than 30 cm) organic soils with grasses (grasslands)	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Dry_	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils by oblasts, by type of land use as of year t: Water	Land use code. Oblast code. Hydrological regime code.

						bodies within slightly drained (average groundwater level higher than 30 cm) organic soils with grasses (grasslands)	
Land_Cover	Water bodies	Peatlands	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine without vegetation by type of land use as of year t: Peatery	Land use code. Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Peatlands	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils by oblasts, without vegetation by type of land use as of year t: Peatery	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Roads	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine without vegetation by type of land use as of year t: Roads	Land use code. Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Roads	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils by oblasts, without vegetation by type of land use as of year t: Roads	Land use code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Settlements	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine without vegetation by type of land use as of year t: Settlements	Land use code. Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Settlements	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils by oblasts, without vegetation by type of land use as of year t: Settlements	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Other Lands	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine without vegetation by type of land use as of year t: Other	Land use code. Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Other Lands	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils by oblasts, without vegetation by type of land use as of year t: Other	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Fires	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine affected by fires during the year t by type of land use: Burnt-up areas within the forest	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Fires	Crops Annual	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine affected by fires during the year t by type of land use: Burnt-up areas within croplands (crops)	Land use code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Fires	Non-shunt & shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on drained organic soils of Ukraine affected by fires during the year t by type of land use: Burnt-up areas within grasses (grasslands)	Land use code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on <b>wet</b> organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest. As of year t.	Vegetation code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest. As of year t.	Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on wetland soils (133). As of year t.	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on wetland soils (133). As of year t.	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_135_Wet	Year_t		The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on high and intergrade peatlands (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.



Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on high and intergrade peatlands (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Broadleaved forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Coniferous forest. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Coniferous forest. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

						t: Coniferous forest on peat and wetland soils (136). As of year t	
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils Of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_140_Wet	Year_t		The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Coniferous forest on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Shrubs. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Shrubs. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on drained organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low iron peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shrubs on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_SoilS_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_SoilS_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (135). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.

						t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (135). As of year t	
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on peat and wetland soils (136). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (138). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low peatlands (139). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on low carbonate peatlands (140). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Non-shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of vegetation as of year t: Shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of vegetation as of year t: Shunt grasses. As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_133_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on wetlands (133). As of year t	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (135).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.



Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_135_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (135).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_136_Wet	Year_t		The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (136).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_136_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on peat and wetland soils (136).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_137_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on high and intergrade peatlands of Ukraine (137).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on low peatlands (138)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_138_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on low peatlands (138)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on low iron peatlands (139)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_139_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on low iron peatlands (139)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low carbonate peatlands (140).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.

Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_140_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on low carbonate peatlands (140).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151)	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_151_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t : Shunt grasses on medium deep, deep and medium decomposed drained peatlands (151)	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils of Ukraine by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153).	Vegetation code. Soil type code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Soil_153_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of vegetation on wet organic soils by oblasts, by type of soil and by type of vegetation as of year t: Shunt grasses on medium deep and deep badly decomposed drained peatlands (153).	Vegetation code. Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within forests	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils by oblasts by type of land use as of year t: Water bodies within forests	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils in Ukraine by type of land use as of year t: Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Water bodies	Grasses	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils by oblasts, by type of land use as of year t: Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	No vegetation	Other Lands	Organic_Soils_Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on wet organic soils in Ukraine without vegetation by type of land use as of year t: Other	Land use code. Vegetation code. Hydrological regime code.

Land_Cover	No vegetation	Other Lands	Organic_Soils_ Wet	Year_t	According to file name encoding	The boundaries of land on wet organic soils by oblasts, without vegetation by type of land use as of year t: Other	Land use code. Vegetation code. Oblast code. Hydrological regime code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_ Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types ) by oblasts and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Dry_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) f Ukraine, which became wet, by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Dry_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types ) by oblasts, which became wet, and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_ Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained, by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code

							t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Coniferous	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts, which became drained , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Coniferous forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types ) by oblasts and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Wet	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) of Ukraine by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Wet	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine, which became wet , by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts, which became wet , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Broadleaved forest	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.

Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_ Wet_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained , by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Broadleaved forest	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Forest Broadleaves	Organic_Soils_ Wet_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts, which became drained , and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Broadleaved forest	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shrubs	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_ Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shrubs	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 -$ $t_1$ : Shrubs	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_ Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shrubs	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Dry_ Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine, which became wet , by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shrubs	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .

Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts, which became wet and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shrubs	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained , by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shrubs	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Shrubs	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts, which became drained , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shrubs	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Annual crops	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types ) by oblasts and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Annual crops	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine, which became wet , by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Annual crops	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types ) by oblasts, which became wet , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Annual crops	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.

Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained, by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Annual crops	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Crops Annual	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts, which became drained, and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Annual crops	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine, which became wet, by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .

Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_Dry_ Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts, which became wet , and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_ Wet_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained , by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Non-shunt grasses	Organic_Soils_ Wet_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts, which became drained , and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Non-shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_ Dry	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine by type of vegetation during $t_2 -$ $t_1$ : Shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_ Wet	Years_ $t_2$ _ $t_1$	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts and by type of vegetation during $t_2 - t_1$ : Shunt grasses	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.



Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine, which became wet, by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shunt grasses	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Dry_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts, which became wet , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shunt grasses	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine, which became drained , by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shunt grasses	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Vegetation	Shunt grasses	Organic_Soils_Wet_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types ) by oblasts, which became drained , and by type of vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Shunt grasses	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils (all types) of Ukraine by type of land use during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Water bodies within forests	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils (all types ) by oblasts and by type of land use during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Water bodies within forests	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils (all types) of Ukraine by type of land use during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub> : Water bodies within forests	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .

Land_Cover	Water bodies	Forest & Shrubs	Organic_Soils_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils (all types) by oblasts and by type of land use during $t_2 - t_1$ : Water bodies within forests	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Water bodies	Grasslands	Organic_Soils_ Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils (all types) of Ukraine by type of land use during $t_2 - t_1$ : Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Water bodies	Grasslands	Organic_Soils_ Dry	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on drained organic soils (all types) by oblasts and by type of land use during $t_2 - t_1$ : Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	Water bodies	Grasslands	Organic_Soils_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils (all types) of Ukraine by type of land use during $t_2 - t_1$ : Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	Water bodies	Grasslands	Organic_Soils_ Wet	Years_t2_t1	According to file name encoding	The change of boundaries of artificial reservoirs on wet organic soils (all types) by oblasts and by type of land use during $t_2 - t_1$ : Water bodies within organic soils with grasses (grasslands)	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	No vegetation	Organic_Soils_ Dry	Years_t2_t1		According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) of Ukraine without vegetation during $t_2 - t_1$	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ .
Land_Cover	No vegetation	Organic_Soils_ Dry	Years_t2_t1		According to file name encoding	The change of boundaries of land within the drained organic soils (all types) by oblasts without vegetation during $t_2 - t_1$	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code $t_1$ . Hydrological regime code $t_2$ . Oblast code.
Land_Cover	No vegetation	Organic_Soils_ Wet	Years_t2_t1		According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) of Ukraine without vegetation during $t_2 - t_1$	Vegetation code $t_1$ . Vegetation code $t_2$ . Hydrological regime code

							t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .
Land_Cover	No vegetation	Organic_Soils_Wet	Years_t <sub>2</sub> _t <sub>1</sub>		According to file name encoding	The change of boundaries of land within the wet organic soils (all types) by oblasts without vegetation during t <sub>2</sub> – t <sub>1</sub>	Vegetation code t <sub>1</sub> . Vegetation code t <sub>2</sub> . Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> . Oblast code.
ABG_Biomass	Year_t				According to file name encoding	The stock of aboveground live biomass on organic soils of Ukraine (all types) as of year t ( $U_r$ )	Numerical value (g/S pixel)
Water_Level	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The level of groundwater on organic soils (all types) in decade <sup>1</sup> N (where N= from 1 to 20) of the vegetation period of year t ( $hgr$ )	Numerical value (cm)
Soil	pH				According to file name encoding	pH of soil on organic soils of Ukraine	Numerical value
Weather_Data	Temperature	Year_t	Decade_N		According to file name encoding	The average for the decade temperature on organic soils (all types) in decade <sup>2</sup> N (where N= from 1 to 20) of the vegetation period of year t (T)	Numerical value (°C)
Weather_Data	Precipitation	Year_t	Month_M		According to file name encoding	Total precipitation on organic soils of Ukraine (all types) in month <sup>3</sup> m (where m= from 1 to 8) of the vegetation period of year t ( $O_s$ )	Numerical value (mm /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of RPM on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( $BIO1$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of BIO1, on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( $BIO2$ )	Numerical value (t/pixel)

<sup>1</sup> The first decade of the vegetation period begins in the current decade with the average daily temperature of above 5°C.

<sup>2</sup> The first decade of the vegetation period begins in the current decade with the average daily temperature of above 5°C.

<sup>3</sup> The first month of the vegetation period begins in the current month with the average daily temperature of above 5°C.

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>HUM1</i> , on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>BIO3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>DBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBIO</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>BIO1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBIO1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>BIO2</i> on organic soils of Ukraine as of year t ( <i>CHBIO2</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>BIO3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBIO3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of microbial biomass of all crop residues in the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBIrs</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of microbial biomass of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBI<sub>fm</sub></i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of microbial biomass of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHBIso</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FDBIO</i> fertilizers on organic soils of	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)

						Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHFBIO</i> )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FBIO1</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHFBIO1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FBIO3</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>CHFBIO3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FDHUM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHFHU0</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FHUM1</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHFHU1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>FHUM3</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHFHU3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>DHUM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUM</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>HUM1</i> on organic soils of Ukraine as of year t ( <i>CHHUM1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>HUM2</i> on organic soils of Ukraine as of	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)

						decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUM2</i> )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>HUM3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N ( where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUM3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of the humified organic biomass of all crop residues in the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUrs</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of the humified organic biomass of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUfm</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of methane that evolved during the decomposition of the humified soil organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>CHHUso</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>DPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>DBIO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>DPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>DCO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>DPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) of year t ( <i>DHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposed plant matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>DPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial decomposition of crop residues into decomposed plant matter <i>DPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>DPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The evaporation from the open surface on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>E<sub>0</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of applied organic fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FYM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial amount of decomposition matter of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FDPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial amount of the humified organic matter of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial amount of sustained organic matter of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FRPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>FDPM</i> of fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FDBIO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>FRPM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of year t on organic soils Of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FBIO1</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>FHUM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of year t on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FBIO3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>FDPM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FDHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>FRPM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FHUM1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>FHUM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FHUM3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>FDPM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FDCO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>FRPM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FRICO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>FHUM</i> fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>FR3CO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SHUM0</i> on organic soils of Ukraine as of	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)



						decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HHUM00</i> )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SDHUM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HHUM0</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SHUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HHUM1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SHUM2</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HHUM2</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SHUM3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HHUM3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SBIO0</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HSBIO0</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SDBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HSBIO</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SBIO1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HSBIO1</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>SBIO2</i> on organic soils of Ukraine as of	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)

						decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HSBIO2</i> )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>S BIO3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HSBIO3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>RPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HUM1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>BIO1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HUM2</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>HUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>HUM3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of inert organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>IOM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The share of soil microbial biomass on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>k<sub>BIO</sub></i> )	Numerical value (dimensionless)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The share of soil decomposition matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>k<sub>DPM</sub></i> )	Numerical value (dimensionless)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The share of soil humified matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>k<sub>HUM</sub></i> )	Numerical value (dimensionless)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The share of soil sustained organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $k_{RPM}$ )	Numerical value (dimensionless)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Humidity on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $O_{tww}$ )	Numerical value (%)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrDBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $PCHBIO$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrBIO1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $PCHB1$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrBIO2</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $PCHB2$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrBIO3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t on organic soils Of Ukraine as of year t ( $PCHB3$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrDHUM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $PCHHUM$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrHUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $PCHH1$ )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrHUM2</i> on organic soils of Ukraine as	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)

						of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PCHH2</i> )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of methane that evolved during the decomposition of <i>PrHUM3</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PCHH3</i> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>PrDPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRDBIO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>PrRPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRBIO1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>PrDBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRBIO2</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>PrHUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRBIO3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>PrDPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRDHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>PrRPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRHUM1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>PrDBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRHUM2</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>PrHUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRHUM3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposition plant matter of undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRDPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The sustained plant matter of undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRRPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial decomposition of undecomposed crop residues of the previous year into the decomposition plant matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRDPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial decomposition of undecomposed crop residues of the previous year into the sustained plant matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRRPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>PrDPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRDCO2</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>PrRPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRR1CO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>PrDBIO</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRR2CO</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>PrHUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>PRR3CO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial decomposition of crop residues into the sustained plant matter <i>RPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>RPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The sustained plant matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>RPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>RPM</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>R1CO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>BIO1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>R2CO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>HUM1</i> on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>R3CO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial mass of soil microbial biomass on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SBIO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposition of soil microbial biomass on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SBIO0</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial amount of soil decomposition matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SDPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposition of soil decomposition matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SDPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial mass of the humified soil organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposition of the humified soil organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SHUM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The initial amount of sustained soil organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SRPM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The decomposition of the sustained soil organic matter on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SRPM0</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>SDPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SDBIO</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>SRPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>S BIO1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>S BIO0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>S BIO2</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Microbial biomass that evolved during the decomposition of <i>SHUM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>S BIO3</i> )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>SDPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SDHUM</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>SRPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SHUM1</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>SB/O0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SHUM2</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The humified organic biomass that evolved during the decomposition of <i>SHUM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SHUM3</i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>SDPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SDCO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>SRPM0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SRICO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>SB/O0</i> of soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( <i>SR2CO<sub>2</sub></i> )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> , that evolved during the decomposition of <i>SHUM0</i> of soil on organic soils of	Numerical value (t/pixel)



						Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SR3CO_2$ )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual microbial biomass that evolved from crop residues on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mBIO_{rst}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual microbial biomass that evolved from soil organic matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mBIO_{soil}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual microbial biomass that evolved from organic fertilizers matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mBIO_{FYM}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual methane that evolved from crop residues of the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of year t ( $SMCHrs$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual methane that evolved from fertilizers of the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of year t ( $SMCH_{fm}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual methane that evolved from soil of the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of year t ( $SMCH_{so}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual methane that evolved from the land plot of the current year and undecomposed crop residues of the previous year on organic soils of Ukraine as of year t ( $SMCH_{PL}$ )	Numerical value (t/pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual humified mass that evolved from crop residues on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mHUM_{rst}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual humified mass that evolved from soil organic matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mHUM_{soil}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual humified mass that evolved from organic fertilizers matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mHUM_{FYM}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual amount of CO <sub>2</sub> that evolved during the decomposition of crop residues on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mCO_{2(rst)}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual amount of CO <sub>2</sub> that evolved during the decomposition of soil organic matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mCO_{2(soil)}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total annual amount of CO <sub>2</sub> that evolved during the decomposition organic fertilizers matter on organic soils of Ukraine as of year t ( $S_mCO_{2(FYM)}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total amount of carbon in the soil on organic soils of Ukraine as of year t ( $TOC$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The current deficit of moisture in the soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $TSMD$ )	Numerical value (mm)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The maximum deficit of moisture in the soil on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $TSMD_{max}$ )	Numerical value (mm)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The average for the decade soil temperature at a depth of 20 cm on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $T_s$ )	Numerical value (°C)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Crop residues on organic soils of Ukraine as of year t ( $U_{rs}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	Crop residues as of m (where m=from 1 to 8) month of vegetation on organic soils of Ukraine as of year t ( $U_{rst}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of CO <sub>2</sub> produced during the mineralization on organic soils of Ukraine as of year t ( $C_{CO_2}$ )	Numerical value (t/pixel)
Statistic_Data	Organic_Fertilizer	Year_t			According to file name encoding	The amount of applied organic fertilizers on organic soils of Ukraine as of year t ( $M_{fum}$ )	Numerical value (t/pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of nitrogen that evolved during denitrification on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_d$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of nitrified nitrogen on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_n$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of nitrogen applied with mineral fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{fert}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The immobilization of nitrogen on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{imm}$ )	Numerical value (kg N /pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The removal of nitrates beyond the layer of soil of 0–50 cm on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{inf}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of ammonium in the soil on organic soils of Ukraine as of year t ( $N_{NH_4}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of nitrates in the soil on organic soils of Ukraine as of year t ( $N_{NO_3}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of gas that evolved as N <sub>2</sub> during the denitrification on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{d,N_2}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of gas that evolved as N <sub>2</sub> O during the denitrification on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{d,N_2O}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of gas that evolved as NO during the denitrification on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{n,NO}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The amount of gas that evolved as N <sub>2</sub> O during the denitrification on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{n,N_2O}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The losses of ammonium through weathering during the application of mineral fertilizers on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{v,fert}$ )	Numerical value (kg N /pixel)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The losses of ammonium through weathering during the application of organic fertilizers on organic soils of Ukraine	Numerical value (kg N /pixel)

						as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $N_{v, fum}$ )	
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of decomposition of organic matter of fertilizers - formation of carbon on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMC_{fum}$ )	Numerical value (tC /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of decomposition of crop residues – formation of carbon on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMC_{rst}$ )	Numerical value (tC /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of decomposition of soil organic matter – formation of carbon on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMC_{soil}$ )	Numerical value (tC /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of mineralization of fertilizers organic matter – formation of ammonium on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMN_{fum}$ )	Numerical value (t N /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of mineralization of crop residues – formation of ammonium on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMN_{rst}$ )	Numerical value (t N /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The rate of mineralization of soil organic matter – formation of ammonium on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $SMN_{soil}$ )	Numerical value (t N /pixel*month)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The total emission of nitrous oxide on organic soils of Ukraine as of year t ( $TMN_{N_2O}$ )	Numerical value (kg N /pixel)

Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The moisture reserves in the soil layer of 0-50 cm on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $W$ )	Numerical value (mm)
Model_Data	Year_t	Decade_N			According to file name encoding	The infiltration of moisture out of the soil layer of 0-50 cm on organic soils of Ukraine as of decade N (where N = from 1 to 20) as of year t ( $W_{inf}$ )	Numerical value (mm)
Soil	Humidity_Parameter s				According to file name encoding	The lowest humidity of soil in a 0-50 cm layer on organic soils of Ukraine ( $W_f$ )	Numerical value (mm)
Soil	Humidity_Parameter s				According to file name encoding	The humidity of capillary rupture of soil in a 0–50 cm layer on organic soils of Ukraine ( $W_i$ )	Numerical value (mm)
Soil	Humidity_Parameter s				According to file name encoding	The full humidity of soil in a 0-50 cm layer on organic soils of Ukraine ( $W_s$ )	Numerical value (mm)
Soil	Humidity_Parameter s				According to file name encoding	The withering point of soil in a 0–50 cm layer on organic soils of Ukraine ( $W_{wp}$ )	Numerical value (mm)
Soil	Structure				According to file name encoding	The porosity of the soil layer of 0–50 cm on organic soils of Ukraine ( $\mathcal{E}_{soil}$ )	Numerical value (dimensionless)
Boundaries	Administration_oblast				According to file name encoding	The boundaries of administrative units of Ukraine (at the oblast level)	Oblast code.
Boundaries	Melioration_systems	Year_t			According to file name encoding	The boundaries of melioration systems of Ukraine	
Boundaries	Protected_areas	Biosphere_Reserves	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of biospheric protected areas of Ukraine	Object code.
Boundaries	Protected_areas	Zapovednik	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of protected areas of Ukraine	Object code.
Boundaries	Protected_areas	National_Nature_Parks	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of national nature parks of Ukraine	Object code.

Boundaries	Protected_ areas	Regional_Natu re_Parks	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of regional nature parks of Ukraine	Object code.
Boundaries	Peatlands	Year_t			According to file name encoding	The boundaries of peateries of Ukraine	
Boundaries	Settlement s	Year_t			According to file name encoding	The boundaries of settlements of Ukraine	
Boundaries	Infrastruct ure	Year_t			According to file name encoding	The boundaries of infrastructure objects (roads etc.) of Ukraine	
Soil	Soil_133	UKR			According to file name encoding	The boundaries of wetlands (133) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_133	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of wetlands (133) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_135	UKR			According to file name encoding	The boundaries of peat and wetland soils (135) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_135	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of peat and wetland soils (135) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_136	UKR			According to file name encoding	The boundaries of peat and wetland soils (136) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_136	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of peat and wetland soils (136) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_137	UKR			According to file name encoding	The boundaries of high and intergrade peatlands (137) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_137	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of high and intergrade peatlands (137) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_138	UKR			According to file name encoding	The boundaries of low peatlands (138) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_138	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of low peatlands (138) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_139	UKR			According to file name encoding	The boundaries of low iron peatlands (139) of Ukraine	Soil type code.

Soil	Soil_139	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of low iron peatlands (139) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_140	UKR			According to file name encoding	The boundaries of low carbonate peatlands (140) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_140	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of low carbonate peatlands (140) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_151	UKR			According to file name encoding	The boundaries of medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151) Of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_151	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Soil_153	UKR			According to file name encoding	The boundaries of medium deep and deep badly decomposed peatlands (153) of Ukraine	Soil type code.
Soil	Soil_153	Oblasts			According to file name encoding	The boundaries of medium deep and deep badly decomposed peatlands (153) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Organic_S oils	UKR			According to file name encoding	The boundaries of organic soils (without division into types of soil) in Ukraine	Soil type code.
Soil	Organic_S oils	Oblast			According to file name encoding	The boundaries of organic soils (without division into types of soil ) by oblasts	Soil type code. Oblast code.
Soil	Organic_S oils_Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of <b>drained</b> organic soils (without division into types of soil) in Ukraine	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Organic_S oils_Dry	Oblast	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of <b>drained</b> organic soils (without division into types of soil) by oblasts	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_133_Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: wetlands (133)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_133_Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: wetlands (133)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_135_Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: peat and wetland soils (135)	Soil type code. Hydrological regime code.



Soil	Soil_135_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: peat and wetland soils (135)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_136_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: peat and wetland soils (136)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_136_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: peat and wetland soils (136)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_137_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: high and intergrade peatlands (137)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_137_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: high and intergrade peatlands (137)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_138_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low peatlands (138)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_138_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low peatlands (138)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_139_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low iron peatlands (139)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_139_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low iron peatlands (139)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_140_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low carbonate peatlands (140)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_140_ Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low carbonate peatlands (140)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_151_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151)	Soil type code. Hydrological regime code.

Soil	Soil_151_Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_153_Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: medium deep and deep badly decomposed peatlands (153)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_153_Dry	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of drained organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: medium deep and deep badly decomposed peatlands (153)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Organic_Soils_Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of <b>wet</b> organic soils (without division into types of soil ) in Ukraine	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Organic_Soils_Wet	Oblast	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of <b>wet</b> organic soils (without division into types of soil) by oblasts	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_133_Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: wetlands (133)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_133_Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: wetlands (133)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_135_Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: peat and wetland soils (135)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_135_Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: peat and wetland soils (135)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_136_Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: peat and wetland soils (136)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_136_Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: peat and wetland soils (136)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_137_Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: high and intergrade peatlands (137)	Soil type code. Hydrological regime code.

Soil	Soil_137_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: high and intergrade peatlands (137)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_138_ Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low peatlands (138)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_138_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low peatlands (138)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_139_ Dry	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low iron peatlands (139)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_139_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low iron peatlands (139)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_140_ Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: low carbonate peatlands (140)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_140_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: low carbonate peatlands (140)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_151_ Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_151_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils by oblasts and by type of soil as of year t: medium deep, deep and medium decomposed peatlands (151)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_153_ Wet	UKR	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by type of soil as of year t: medium deep and deep badly decomposed peatlands (153)	Soil type code. Hydrological regime code.
Soil	Soil_153_ Wet	Oblasts	Year_t		According to file name encoding	The boundaries of wet organic soils of Ukraine by oblasts and by type of soil as of year t: medium deep and deep badly decomposed peatlands (153)	Soil type code. Oblast code. Hydrological regime code.
Soil	Organic_S oils_Dry	UKR	Year_t <sub>2</sub> t <sub>1</sub>		According to file name encoding	The change of boundaries of <b>drained</b> organic soils (without division into types of soil) in Ukraine through transition into wet organic soils during t <sub>2</sub> to t <sub>1</sub>	Hydrological regime code t <sub>1</sub> . Hydrological regime code t <sub>2</sub> .

Soil	Organic_Soils_Dry	Oblast	Year_t2_t1			According to file name encoding		The change of boundaries of <b>drained</b> organic soils (without division into types of soil ) by oblasts, through transition into wet organic soils during t2 to t1	Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.Oblast code.
Soil	Organic_Soils_Wet	UKR	Year_t2_t1			According to file name encoding		The change of boundaries of <b>wet</b> organic soils (without division into types of soil) in Ukraine through transition into drained organic soils during t2 to t1	Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.
Soil	Organic_Soils_Wet	Oblast	Year_t2_t1			According to file name encoding		The change of boundaries of <b>wet</b> organic soils (without division into types of soil) by oblasts, through transition into drained organic soils during t2 to t1	Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_non_DOC	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO2 emissions from the <b>drained</b> organic soils of Ukraine (net off DOC emissions) as of year t ( <b>GHG</b> CO2 pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_non_DOC	UKR	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO2 emissions from the <b>drained</b> organic soils of Ukraine ( net off DOC emissions in decade N, year t ( <b>GHG</b> CO2 pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (tCO2 eqv/decade/pixel)
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_non_DOC	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO2 emissions from the <b>drained</b> organic soils ) by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> CO2 pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (tCO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_non_DOC	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO2 emissions from the <b>drained</b> organic soils of Ukraine ( net off DOC emissions ) by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> CO2 pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (tCO2 eqv/decade/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_DOC	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO2 emissions from the drained organic soils of Ukraine as DOC as of year t ( <b>GHG</b> DOC drained organic soils, t)	Numerical value (tCO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_DOC	UKR	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO2 emissions from the drained organic soils of Ukraine as DOC in decade N, year t ( <b>GHG</b> DOC drained organic soils, t)	Numerical value (tCO2 eqv/decade/pixel). Hydrological regime code.

GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_DOC	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the drained organic soils as DOC by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> <sub>DOC</sub> drained organic soils, t)	Numerical value (tCO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO2_emission	CO2_DOC	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the drained organic soils as DOC by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>DOC</sub> drained organic soils, t)	Numerical value (tCO <sub>2</sub> eqv/decade/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CH4_emission	Ukr	Year_t		According to file name encoding		The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the drained organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> <sub>CH4 pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kgCH <sub>4</sub> /year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CH4_emission	Ukr	Year_t		Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the drained organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>CH4 pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /decade/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CH4_emission	Oblast	Year_t		According to file name encoding		The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the drained organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> <sub>CH4 pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CH4_emission	Oblast	Year_t		Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the drained organic soils by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>CH4 pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /decade/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	N <sub>2</sub> O_emission	Ukr	Year_t		According to file name encoding		The estimation of N <sub>2</sub> O emissions from the drained organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> <sub>N2O pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg N <sub>2</sub> O /year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	N <sub>2</sub> O_emission	Ukr	Year_t		Decade_N	According to file name encoding	The estimation of N <sub>2</sub> O emissions from the drained organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>N2O pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg N <sub>2</sub> O /decade/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	N <sub>2</sub> O_emission	Oblast	Year_t		According to file name encoding		The estimation of N <sub>2</sub> O emissions from the drained organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> <sub>N2O pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg N <sub>2</sub> O /year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.

GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	N <sub>2</sub> O _emission	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of N <sub>2</sub> O emissions from the drained organic soils by oblasts of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>N2O pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg N <sub>2</sub> O /decade/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O _emission	Ukr	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O from the drained organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> <sub>pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O _emission	Ukr	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O from the drained organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/decade/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O _emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , from the drained organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> <sub>pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O _emission	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O from the drained organic soils by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> <sub>pixel / drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/decade/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Fire_emission	Year_t		According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and CO from land with drained organic soils of Ukraine resulting from fires, as of year t ( <b>GHG</b> <sub>pixel Fire, t</sub> )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Water_table_emission	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as CH <sub>4</sub> from water surface of artificial reservoirs on drained organic soils of Ukraine as of year t, ( <b>GHG</b> <sub>pixel WATER total drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Water_table_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as CH <sub>4</sub> from water surface of artificial reservoirs on drained organic soils by oblasts as of year t, ( <b>GHG</b> <sub>pixel WATER total drained organic soils, t</sub> )	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Total_emission	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of total emission and absorption of GHG as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from the drained organic soils of Ukraine taking into account emissions of DOC, resulting	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.

						from fires and from water surface in year t ( <b>GHG</b> pixel total drained organic soils, t)		
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Total_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of total emission and absorption of GHG as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from the drained organic soils taking into account emissions of DOC, resulting from fires and from water surface by oblasts, in year t ( <b>GHG</b> pixel total drained organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO2_non-DOC_emission	Ukr	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO2_non-DOC_emission	Ukr	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/decade/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO2_non-DOC_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the wet organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO2_non-DOC_emission	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CO <sub>2</sub> emissions from the wet organic soils by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CH <sub>4</sub> _emission	Ukr	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> ./year/ pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CH <sub>4</sub> _emission	Ukr	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> ./year/ pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CH <sub>4</sub> _emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the wet organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> ./year/ pixel). Hydrological regime code. Oblast code.

GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CH <sub>4</sub> _emission	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of CH <sub>4</sub> emissions from the wet organic soils by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (kg CH <sub>4</sub> /year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _DOC_emission	Ukr	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as DOC from the wet organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> pixel DOC wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _DOC_emission	Ukr	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of GHG emissions as DOC from the wet organic soils of Ukraine in decade N, year t ( <b>GHG</b> pixel DOC wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _DOC_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions as DOC from the wet organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> pixel DOC wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	CO <sub>2</sub> _DOC_emission	Oblast	Year_t	Decade_N	According to file name encoding	The estimation of GHG emissions as DOC from the wet organic soils by oblasts in decade N, year t ( <b>GHG</b> pixel DOC wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	Total_emission	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of total GHG emissions of all forms from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine as of year t ( <b>GHG</b> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	Total_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of total GHG emissions of all forms from the <b>wet</b> organic soils by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> pixel wet organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry & Wet_Organic Soils	Total_emission	UKR	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions from the <b>drained and wet</b> organic soils of Ukraine, including emissions resulting from fires as of year t ( <b>GHG</b> pixel total organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.
GHG_Emission	GHG_Emission_Dry	Total_emission	Oblast	Year_t	According to file name encoding		The estimation of GHG emissions from the <b>drained and wet</b> organic soils, including emissions resulting from fires by oblasts as of year t ( <b>GHG</b> pixel total organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel).



	&Wet_Organic Soils						Hydrological regime code. Oblast code.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Dry & Wet_Organic Soils	UKR	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the drained and wet organic soils of Ukraine, including emissions resulting from fires, during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Dry &Wet_Organic Soils	Oblast	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the drained and wet organic soils, including emissions resulting from fires, by oblasts during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	UKR	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the drained organic soils of Ukraine, including emissions resulting from fires, during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total drained organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Dry_Organic Soils	Oblast	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the drained organic soils, including emissions resulting from fires, by oblasts during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total drained organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2. Oblast code.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	UKR	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the <b>wet</b> organic soils of Ukraine during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total wet organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2.
GHG_Emission_Changes	GHG_Emission_Wet_Organic Soils	Oblast	Year_t2_t1		According to file name encoding	The estimation of GHG emissions / absorption from the <b>wet</b> organic soils by oblasts during t2 – t1 ( <b>GHG</b> pixel total wet organic soils, t2 – t1)	Numerical value t1 ; Numerical value t2 (t CO2 eqv/year/pixel). Hydrological regime code t1. Hydrological regime code t2. Oblast code.

Verification_Data	Land_Plots_boundaries				According to file name encoding	The boundaries of <b>model land plots</b> for the estimation of GHG emissions / absorption from the organic soils using ground-based data collection methods	Vegetation code. Hydrological regime code. Soil code. Oblast code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CO <sub>2</sub> _emission_measurement_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as CO <sub>2</sub> from model land plots on organic soils, <i>instrumental measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CO <sub>2</sub> _emission_model_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as CO <sub>2</sub> from model land plots on organic soils, <i>model measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> CO <sub>2</sub> pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CH <sub>4</sub> _emission_measurement_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as CH <sub>4</sub> from model land plots on organic soils, <i>instrumental measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CH <sub>4</sub> _emission_model_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as CH <sub>4</sub> from model land plots on organic soils, <i>model measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> CH <sub>4</sub> pixel / drained organic soils, t)	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	N <sub>2</sub> O_emission_measurement_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as N <sub>2</sub> O from model land plots on organic soils, <i>instrumental measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> N <sub>2</sub> O pixel / drained organic soils, t )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	N <sub>2</sub> O_emission_model_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of GHG emissions as N <sub>2</sub> O from model land plots on organic soils, <i>model measurement data</i> , as of year t ( <b>GHG</b> N <sub>2</sub> O pixel / drained organic soils, t )	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O_emission_measurement_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of total GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from model land plots on organic soils, <i>instrumental measurement data</i> , as of year t	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code.

		asurement_data					Vegetation code. Land use code.
Verification_Data	GHG_Emission_Data	CO <sub>2</sub> _CH <sub>4</sub> _N <sub>2</sub> O_emission_model_data	Year_t		According to file name encoding	The amount of total GHG emissions as CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from model land plots on organic soils, <i>model measurement data</i> , as of year t	Numerical value (t CO <sub>2</sub> eqv/year/pixel). Hydrological regime code. Vegetation code. Land use code.

## Annex 2

Methodology for GHG emission evaluation from organic soils of Ukraine (have to be included).



**Проект Європейського Союзу «ClimaEast: Збереження та стале використання торфовищ»**

---

**Методика оцінки викидів та поглинання парникових газів з органічних ґрунтів (торфовищ) для потреб Національної системи інвентаризації парникових газів в частині обліку емісії та поглинання парникових газів (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) органічними ґрунтами, методи рівня 2 (або вище) з урахуванням існуючого досвіду в Україні та в інших країнах світу.**

## Зміст

1. Аналітичний огляд рекомендованого методичного підходу.....	3
2. Методика оцінки викидів та поглинання парникових газів з органічних ґрунтів .....	7
2.1. Органічні ґрунти: поняття та види за класифікацією України .....	7
2.2. Розрахунок викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів (GHG <sub>total organic soils, t</sub> ) .....	11
2.2.1. Розрахунок викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів (GHG <sub>total drained organic soils</sub> ) .....	12
2.2.2. Розрахунок викидів парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів (GHG <sub>total wet organic soils, t</sub> ) .....	19
2.3. Класифікація земної поверхні на страти .....	22
2.4. Верифікація модельних розрахунків .....	25
2.4.1. Еталонні ділянки земної поверхні для інструментального вимірювання викидів парникових газів.....	26
2.4.2. Збір даних наземними методами для потреб коригування коефіцієнтів моделі .....	27
2.4.3. Інструментальні вимірювання потоків парникових газів між екосистемою та повітрям атмосфери.....	33
2.4.4. Вхідні дані та їх формат.....	34
2.5. Оцінка запасів живої надземної біомаси дистанційними методами (AGLB <sub>pixel dry mass, i, p, tn</sub> )...	37
2.6. Вихідні дані та їх формат.....	40
Додаток 1. Моделювання динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану та закису азоту з цих ґрунтів.....	42

## 1. Аналітичний огляд рекомендованого методичного підходу

На сьогодні, сторони UNFCCC використовують рекомендації з ведення національних кадастрів антропогенних джерел викидів парникових газів, викладених у IPCC 1996 та доповнених у IPCC 1997a, 1997b, 1997c, 2000b і 2003. Дані рекомендації включають алгоритм розрахунків викидів/поглинання парникових газів та рекомендовані типові значення відповідних коефіцієнтів з урахуванням поділу країн за природно-кліматичними умовами.

Викиди/поглинання парникових газів у секторі «Землекористування» обліковуються лише з земель, які знаходяться під управлінням з метою ведення господарської діяльності для культурних, екологічних або інших потреб суспільства (IPCC Guidelines, Розділ 3.2, Том 4, 2006). До звіту рекомендовано включати всі викиди/поглинання парникових газів з цих земель незалежно від того, чи є характер змін, які призвели до таких викидів/поглинання, антропогенним чи ні.

Методи розрахунку викидів/поглинання парникових газів за Рівнем 1 передбачають використання спрощених рівнянь та типових коефіцієнтів, які наведені в керівництві та враховують поділ країн на природно-кліматичні зони і методи управління.

Методи обліку викидів/поглинання парникових газів за Рівнем 2 передбачають використання спрощених рівнянь, рекомендованих методами Рівня 1, але з застосуванням національних значень коефіцієнтів, отриманих для природно-кліматичних умов даної країни, та з урахуванням методів господарювання, притаманних даній країни.

Методи розрахунку викидів/поглинання парникових газів за Рівнем 3 передбачають використання складних модельних розрахунків з використанням геореференційованих похідних даних.

Більшість країн Додатку 1 до Кіотського протоколу використовують методи Рівня 1 для ведення національних кадастрів у секторі «Землекористування». Лише кілька країн розробляють методи обліку викидів /поглинання парникових газів Рівня 2 та Рівня 3.

IPCC рекомендує здійснювати облік викидів/поглинання парникових газів з однакових джерел (резервуар «грунти») в секторах «Сільське господарство» і «Землекористування». В секторі «Землекористування» облік викидів/поглинання парникових газів з ґрунтів проводиться та включається до звітів (обов'язково або добровільно) за такими категоріями земель, як «Ліси», «Орні землі», «Пасовища» та «Водно-болотні угіддя». З метою уникнення подвійного обліку, переважна більшість країн включають викиди/поглинання з резервуару

«грунти» в сектор «Сільське господарство» і не підраховують викиди/поглинання у формі сполук азоту для ґрунтів у секторі «Землекористування».

У розділі 7 («Водно-болотні угіддя»), том 4, IPCC 2006, зазначається, що методичні рекомендації для розрахунку викидів парникових газів з категорії земель «Водно-болотні угіддя» не є повними і обмежуються підрахунком викидів у формі CO<sub>2</sub> та N<sub>2</sub>O для площ торфодобудов (Section 7.2, Chapter 7 in Volume 4 of the 2006 IPCC Guidelines) та у формі CO<sub>2</sub> для земельних ділянок, перетворених на штучні водойми (Section 7.2, Chapter 7 in Volume 4 of the 2006 IPCC Guidelines).

З метою поліпшення методів обліку викидів парникових газів у секторі «Землекористування» були розроблені додаткові рекомендації «Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Methodological Guidance on Lands with Wet and Drained Soils, and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment» (Wetlands Supplement, 2013). Дані рекомендації включають детальну інформацію стосовно процедури оцінювання викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів і мінеральних ґрунтів з високим рівнем стояння води не тільки для категорії земель «Водно-болотні угіддя», але й для інших категорій.

Wetlands Supplement (2013) включають рекомендації та типові коефіцієнти конверсії для проведення розрахунків для сухих і підтоплених органічних ґрунтів, а також для підтоплених і осушених мінеральних ґрунтів для всіх категорій землекористування. Категорії ґрунтів, розрахунки викидів/поглинання для яких включено до Wetlands Supplement, 2013, наведено в таблиці 1.

**Таблиця 1. Поділ ґрунтів для потреб обліку викидів/поглинання парникових газів відповідно до керівництва Wetlands Supplement, 2013.**

Тип ґрунту	Ліси		Орні землі		Пасовища		Водно-болотні угіддя		Поселення		Інші землі	
	материкові	приморські	материкові	приморські	материкові	приморські	материкові	приморські	материкові	приморські	материкові	приморські
Мінеральні	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З
Органічні	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З	З

Примітка: О – осушені; З – зволожені, затоплені.



Wetlands Supplement (2013) поділяє методичні підходи до розрахунків викидів/поглинання парникових газів мінеральними та органічними ґрунтами, залежно від того, чи розташовані вони на материковій чи приморській території. Такий поділ обумовлений різницею в солоності води та гідрологічному режимі підтоплення/осушення, пов'язаного зі штормовими та приливно-відливними явищами, що суттєво впливають на характер викидів парникових газів з органічних ґрунтів.

Wetlands Supplement (2013) передбачає облік викидів/поглинання парникових газів у формі  $\text{CH}_4$  з осушених органічних земель та каналів і надає відповідні типові конверсійні коефіцієнти, які враховують природно-кліматичні умови та характер землекористування. Ця норма є додатковою у порівнянні з керівництвом IPCC (2006) (Section 2.3.3.1, Chapter 2, Volume 4).

Wetlands Supplement (2013) не надає додаткових до тих, які викладені в IPCC (2006), рекомендацій стосовно обліку запасів вуглецю в резервуарах живої та мертвої біомаси для всіх категорій земель за винятком приморських водно-болотних угідь. Рекомендації для останніх включені до Wetlands Supplement (2013).

Дана методика розроблена на основі рекомендацій керівництва Wetlands Supplement (2013) та з урахуванням досвіду розробки методологічних засад ведення національних кадастрів США та Австралії і існуючих в Україні напрацювань. Методика передбачає:

- Використовувати дистанційні методи збору просторових даних, необхідних для розрахунку викидів/поглинання парникових газів з осушених і підтоплених органічних ґрунтів з використанням ГІС технологій;
- Для потреб визначення меж органічних ґрунтів використовувати дані «Карти ґрунтів України»;
- Прийняти поділ органічних ґрунтів на осушені (середньорічний рівень стояння ґрунтових вод нижче денної поверхні) та підтоплені (спостерігається вихід води на денну поверхню);
- Прийняти для потреб ведення національного кадастру поділ осушених органічних ґрунтів на сильно осушені з середньорічним рівнем стояння ґрунтових вод нижче 30 см від денної поверхні та слабо осушені з середньорічним рівнем стояння ґрунтових вод вище 30 см від денної поверхні (Wetlands Supplement, 2013);
- Прийняти для потреб ведення національного кадастру, що органічні ґрунти України є багатими за рівнем вмісту поживних речовин, оскільки отримують воду та поживні речовини не тільки з опадами, але й з прилеглих територій, (Wetlands Supplement, 2013);

- Вести облік викидів/поглинання парникових газів для осушених і підтоплених органічних ґрунтів за категоріями землекористування «Ліс», «Орні землі», «Пасовища», «Водно-болотні угіддя» та з урахуванням характеру рослинного покриву (трав'яниста рослинність, чагарники, деревна рослинність, сільськогосподарські культури);
- Прийняти, що у разі підтоплення осушених органічних ґрунтів, перехідний період відсутній за умови незмінності категорії землекористування (Wetlands Supplement, 2013);
- Вести облік викидів/поглинання парникових газів з осушених і підтоплених органічних ґрунтів у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O;
- Облік викидів/поглинання парникових газів для осушених і підтоплених органічних ґрунтів проводити переважно за Рівнем 3 з використанням модельних розрахунків, геореференційованих вхідних даних та отриманих геореференційованих вихідних даних;
- Забезпечення верифікації модельних розрахунків даними прямих вимірювань потоків вуглецю та азоту між екосистемою і атмосферою з використанням мікрокліматичних методів (eddy covariance), (Wetlands Supplement, 2013);
- Облік викидів парникових газів для осушених і підтоплених органічних ґрунтів у результаті згорання органічних речовин ґрунту та біомаси проводити за методами розрахунку Рівня 1, викладеними в Wetlands Supplement (2013).

## 2. Методика оцінки викидів та поглинання парникових газів з органічних ґрунтів

Дана методика розроблена у відповідності з рекомендаціями керівництва «Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands – Methodological Guidance on Lands with Wet and Drained Soils, and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment» (далі – Wetlands Supplement, 2013). Методика охоплює облік викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів, що знаходяться на материковій частині, та не включає приморські території. Методика надає алгоритм розрахунку потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери в межах органічних ґрунтів з урахуванням рівня стояння ґрунтових вод та характеру рослинного покриву (типу землекористування).

### 2.1. Органічні ґрунти: поняття та види за класифікацією України

Міжнародний підхід до визначення поняття «органічні ґрунти» (organic soil, histosol) досить складний і різниться від джерела до джерела. Згідно з IPCC 2006<sup>1</sup>, органічні ґрунти – це багаті на органічні сполуки ґрунти (понад 12% органічного вуглецю, або 20%). Згідно з FAO (2006/7)<sup>2</sup>, ґрунт вважається органічним, якщо має наступні характеристики:

- 1) товщина шару складає 10 см і більше, починаючи з денної поверхні землі; шар розташований на підстиляючому шарі вічної мерзлоти або скельних порід і наповнений органічним матеріалом; або
- 2) містить 75% та більше (за об'ємом) субстрату волокон мохів або іншого органічного матеріалу товщиною, сумарно, 60 см або більше в межах шару 100 см поверхневого шару земної поверхні та починається не глибше ніж 40 см від земної поверхні.

Трускавецький Р.С.<sup>3</sup>, використовуючи терміни, вжиті в українській класифікації ґрунтів, надає наступну характеристику ґрунтів, що дозволяє встановити зв'язок між визначеннями IPCC і FAO та вітчизняною термінологією. Згідно з Трускавецьким Р.С., гідроморфні ґрунти (болотні та заболочені) – це ґрунти постійного перезволоження, коли верхній 30-сантиметровий шар ґрунту протягом більшої частини року (не менше 200 днів)

---

<sup>1</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (eds. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K). IGES, Japan

<sup>2</sup> FAO (2006/7). World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports 103, ix+116pp.

<sup>3</sup> Р.С. Трускавецький. Діагностико-класифікаційна структуризація органогенних гідроморфних ґрунтів України. - ННЦ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського", м. Харків

містить таку кількість вологи, що перевищує рівень найменшої польової вологості. В більшості випадків утворення власне гідроморфних органогенних ґрунтів на території України пов'язане з "водним" фактором – замуленням і заторфовуванням відкритих водоймищ, ставків, озер, старорічч, блюдць та інших заповнених застійною водою депресійних форм рельєфу. У таких місцях формуються оторфовані лучно-болотні, болотні, мулуватоглейові (мулуватоторфовоглейові) і торфові ґрунти. На торфові прошарки, що постійно нарощуються, нерідко накладаються процеси седиментації привнесеного з водозбірної площі в результаті ерозії ґрунтів матеріалу, а також осаду, що випадає при випаровуванні ґрунтово-підґрунтових вод і за наявності внутрішньогрунтових геохімбар'єрів.

У випадку заболочування суходолу інтенсифікується процес оторфовування дернового пласта, що сприяє акумуляції органічної речовини у ґрунтовій масі. Тому гідроморфні ґрунти, як правило, багаті на вміст органічної маси, що коливається від 5 – 20% (лучно-болотні, болотні мінеральні, мулуватоглейові, дерновоглейові, дерновопідзолистоглейові тощо) через 20 – 50% (оторфовані різновиди названих ґрунтів) і до 50 – 93 мас.% (торфові ґрунти різної трофності).

На типовому рівні органогенні гідроморфні ґрунти діагностуються за характером водно-мінерального живлення, з поділом на бідно-торфові оліготрофні ґрунти, багато-торфові евтрофні та дуже багато-торфові алкалітрофні, а також за замуленістю й заторфованістю ґрунтової маси. Якщо вміст органічної маси не виходить за межі 20 – 50%, то такі ґрунти діагностуються як мулуватоперегнійноглейові та різного ступеня оторфованості лучно-болотні, болотні, дерновоглейові, дерновопідзолистоглейові та інші гідроморфні ґрунти.

Підсумовуючи вищевикладене, до переліку органогенних ґрунтів, які відповідають визначенням органічного ґрунту, наданим IPCC 2006<sup>4</sup>, і які є значним джерелом викидів парникових газів, відносяться наступні ґрунти, що наведені відповідно до номенклатури 1967 року (Карта ґрунтів Української РСР):

133<sup>5</sup> Болотні ґрунти;

135 Торфувато-болотні ґрунти;

---

<sup>4</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (eds. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K). IGES, Japan

<sup>5</sup> Код номенклатури типу ґрунту згідно з Номенклатурою 1967 року.

136 Торфово-болотні ґрунти;

138 Торфовища низинні;

140 Торфовища низинні карбонатні;

151 Торфовища середньоглибокі і глибокі слабо- і середньорозкладені осушені;

153 Торфовища середньоглибокі і глибокі сильнорозкладені осушені.

**Болотні ґрунти** <sup>6</sup> сформувались у результаті розвитку процесів заболочування (оглеєння) або шляхом поступового заростання водоймищ, озер, річок із повільною течією. Залежно від товщини ґрунту, болотні ґрунти поділяються на болотні (мулуватоболотні), торфуватоболотні, торфовоболотні та торфовища низинні. Залягають болотні ґрунти на воднольодовикових сучасних болотних алювіальних відкладах піщаного, супіщаного та легкосуглинкового гранулометричного складу.

**Мулуватоболотні ґрунти** <sup>7</sup> поширені на низькому рівні заплав (у старичних пониженнях) на місці замулених озер, їм властиве постійне перезволоження та оглеєння всього профілю. Вони не мають суцільного шару торфу, суцільної дернини, їх поверхня поросла чагарниками вільхи та верболозу або вкрита трав'янистою, переважно осоковою, рослинністю. Гумусовий горизонт чорний, в'язкий, безструктурний, містить велику кількість напіврозкладених рослинних решток, часто має вигляд напіврідкої мулуватої маси. Потужність його коливається від 15-20 до 40-50 см. Під ним залягає дуже оглеєна сиза материнська порода з охристо-іржавими плямами та залізистими конкреціями.

**Торфуватоболотні та торфовоболотні ґрунти** залягають на окраїні торфових масивів, менше розвинуті в межах невеликих замкнутих понижень. Профіль їх нагадує болотні ґрунти, але на поверхні в них є горизонт справжнього торфу. В торфуватоболотних ґрунтах шар торфу не перевищує 25 см, у торфовоболотних він коливається від 25 до 50 см. Торф може бути слаборозкладеним, з добре збереженими рештками рослинних тканин, і

---

<sup>6</sup> Музиченко О. С., к.б.н., доцент, Боярин М. В., асистент (Волинський державний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк). Роль ґрунтового покриву у формуванні екологічної ситуації басейну р. Західний Буг. Досліджено вплив ґрунтового покриву на стан поверхневих вод басейну р. Західний Буг. Проаналізовано типи ґрунтів, розміщених у межах річкового басейну. Доступно на: <http://ua.convdocs.org/docs/index-167192.html>

<sup>7</sup> Геренчук К.І. Природа Волинської області - Ґрунти Волинської області. Болотні ґрунти. Доступно на: [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=1254](http://geoknigi.com/book_view.php?id=1254)

сильнорозкладеним, перетвореним на однорідну зернисту масу. Ґрунти ці переважно кислі, лише в місцях неглибокого залягання крейди – нейтральні або слаболужні.

**Торфові ґрунти (торфовища)** розташовані на широких заплавах поліських річок, прохідних долинах і замкнутих улоговинах, біля витоків річок, переважно у поліській частині Волинської області. В основному, це низинні торфовища трав'янисто-осокового походження. Рідше трапляються гіпново-осокові та деревинно-трав'янисті; верхові перехідні торфовища простягаються невеличкими масами в північно-східній частині Волинської області. За товщиною торфового горизонту розрізняють неглибокі торфовища (потужність торфу 0,5-1 м), середньоглибокі (1-2 м) і глибокі (понад 2 м). Ступінь розкладу торфової маси дуже різний, від слаборозкладених до сильнорозкладених, залежно від його віку та осушення. Зольність торфу теж різноманітна. Реакція ґрунтового розчину торфовищ переважно слабо- та середньоокисла, іноді нейтральна (рН 5,6 з відхиленням від 4,7 до 6,8). Торфові ґрунти відзначаються високою сумою увібраних основ (37-51 мг-екв на 100 г ґрунту) та високою місткістю вбирання. Вони дуже добре забезпечені азотом, загальний вміст якого – 2,5-3,6% від ваги торфу, але слабо забезпечені калієм, фосфором та мікроелементами.

Для потреб даної методики джерелами інформації про межі органічних ґрунтів є перераховані нижче тематичні шари цифрових карт у форматі .shp (у вигляді полігональних об'єктів), сумісного з ArcGIS 10 for Windows, які є складовими ГІС бази даних для 13 областей України<sup>8</sup> (Вінницька, Волинська, Житомирська, Київська, Львівська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська та Чернігівська):

- Тематичний шар цифрової карти «Органогенні ґрунти України. Болотні ґрунти (№133 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової карти «Органогенні ґрунти України. Торфувато-болотні ґрунти (№135 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової карти «Органогенні ґрунти України. Торфово-болотні ґрунти (№136 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової карти «Органогенні ґрунти України. Торфовища верхові і перехідні (№137 за номенклатурою ґрунтів України)»;

---

<sup>8</sup> Відібрані основні області, що характеризуються наявністю значних площ органічних ґрунтів

- Тематичний шар цифрової мапи «Органогенні ґрунти України. Торфовища низинні (№138 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової мапи «Органогенні ґрунти України. Торфовища низинні залізисті (№139 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової мапи «Органогенні ґрунти України. Торфовища низинні карбонатні (№140 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової мапи «Органогенні ґрунти України. Торфовища середньоглибокі і глибокі слабо- і середньорозкладені осушені (№151 за номенклатурою ґрунтів України)»;
- Тематичний шар цифрової мапи «Органогенні ґрунти України. Торфовища середньоглибокі і глибокі сильнорозкладені осушені (№153 за номенклатурою ґрунтів України)».

Для потреб даної методики розрахунки викидів/поглинання парникових газів проводяться за єдиним алгоритмом для всіх вище перелічених видів органічних ґрунтів.

## 2.2. Розрахунок викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів (GHG

*total organic soils, t)*

Розрахунок викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів проводиться станом на рік  $t$  за формулою (1):

$$\text{GHG}_{\text{total organic soils, } t} = \text{GHG}_{\text{total drained organic soils, } t} + \text{GHG}_{\text{total wet organic soils, } t} \quad (1)$$

де:

$\text{GHG}_{\text{total organic soils, } t}$  — загальний обсяг викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів станом на рік  $t$ , (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

$\text{GHG}_{\text{total drained organic soils, } t}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів станом на рік  $t$ , (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

$\text{GHG}_{\text{total wet organic soils, } t}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів станом на рік  $t$ , (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

### 2.2.1. Розрахунок викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів ( $GHG_{total\ drained\ organic\ soils}$ )

Розрахунок викидів/поглинання парникових газів у формі  $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$  з осушених органічних ґрунтів включає розрахунок викидів/поглинання парникових газів у формі  $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$  з резервуару «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад», та розрахунок викидів/поглинання парникових газів у формі  $CH_4$  з площ земної поверхні в межах відкритої води (каналів, штучних водоймищ).

Розрахунок проводиться за формулою (2):

$$GHG_{total\ drained\ organic\ soils, t} = GHG_{SOIL\ total\ drained\ organic\ soils, t} + GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, t} \quad (2)$$

де:

$GHG_{total\ drained\ organic\ soils, t}$  — загальний обсяг викидів/поглинання парникових газів у формі з осушених органічних ґрунтів у році  $t$  (т  $CO_2$  екв./ рік).

$GHG_{SOIL\ total\ drained\ organic\ soils, t}$  — загальний обсяг викидів /поглинання парникових газів у формі  $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$  з резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів у році  $t$  (т  $CO_2$  екв./ рік).

$GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, t}$  — загальний обсяг викидів парникових газів у формі  $CH_4$  з площ водної поверхні (каналів, штучних водойм) у межах осушених органічних ґрунтів у році  $t$  (т  $CO_2$  екв./ рік).

#### 2.2.1.1. Розрахунок потоків вуглецю та азоту з резервуару «ґрунт» », «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад», осушених органічних ґрунтів ( $GHG_{SOIL\ total\ drained\ organic\ soils}$ )

Оцінка викидів/поглинання парникових газів у формі  $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» осушених органічних ґрунтів проводиться за Рівнем 3 з урахуванням характеру рослинного покриву (землекористування), рівня стояння ґрунтових вод і природно-кліматичних умов території країни з використанням модельних розрахунків. Модель передбачає розрахунки балансу вуглецю та азоту окремо в резервуарах «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад», але в остаточних розрахунках подається баланс вуглецю та азоту в екосистемі в цілому. Опис моделі та алгоритму розрахунків із використанням даної моделі наведено у Додатку 1.



Дані модельних розрахунків верифікуються інструментальними замірами потоків на еталонних ділянках з використанням методів мікрокліматичних досліджень (Eddy Covariance method<sup>9</sup>).

Втрати вуглецю з резервуару «грунт» органічних ґрунтів у результаті виносу розчинної органічної речовини (Dissolved Organic Carbon - DOC) виконуються за Рівнем 1 з використанням типових значень коефіцієнтів, наведених в Wetlands Supplement (2013).

Втрати вуглецю з резервуару «грунт» органічних ґрунтів у результаті виносу твердих частинок органічної речовини (Particulate Organic Carbon - POC) та розчинних форм мінеральних вуглецевих сполук (Dissolved Inorganic Carbon - DIC) не оцінюються (Wetlands Supplement, 2013).

Втрати вуглецю з резервуарів «грунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» органічних ґрунтів у результаті виникнення пожеж проводяться за Рівнем 1 керівництва Wetlands Supplement (2013) у частині обліку потоків у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та CO. Втрати вуглецю з резервуару «грунт» органічних ґрунтів у результаті виникнення пожеж у формі DOC, POC або DIC не обраховуються (Wetlands Supplement, 2013).

Розрахунки викидів/поглинання парникових газів у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O з резервуарів «грунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса» та «опад» осушених органічних ґрунтів проводяться за формулою (3):

$$\text{GHG}_{\text{SOIL total drained organic soils, t}} = \sum \text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}} + \sum \text{GHG}_{\text{DOC } i \text{ drained organic soils, t}} + \text{GHG}_{\text{Fire, t}} \quad (3)$$

де:

$\text{GHG}_{\text{SOIL total drained organic soils, t}}$  — загальний обсяг викидів/поглинання парникових газів у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O з осушених органічних ґрунтів у році t (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

$\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів у межах страти i, у році t (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

<sup>9</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. — P 243-264.

$GHG_{DOC\ i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  – загальний обсяг виносу вуглецю в ґрунтові води у формі DOC з резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

$GHG_{Fire,\ t}$  – загальний обсяг викидів парникових газів у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O з осушених органічних ґрунтів у результаті виникнення пожеж у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

#### 2.2.1.1.1. Розрахунок величини $GHG_{i\ drained\ organic\ soils,\ t}$

Розрахунок величини  $GHG_{i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  проводиться за формулою (4).

$$GHG_{i\ drained\ organic\ soils,\ t} = N_{pixels,\ i,\ t} * GHG_{pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t} \quad (4)$$

де:

$GHG_{i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  – обсяг викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

$N_{pixels,\ i,\ t}$  – кількість пікселів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (безрозмірна величина).

$GHG_{pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  – обсяг викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік).

Кількість пікселів станом на рік  $t$  кожної зі страт розраховується з використанням програмного забезпечення ArcGIS.

Розрахунок величини  $GHG_{pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  проводиться за формулою (5).

$$GHG_{pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t} = GHG_{CO_2\ pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t} + 21 * GHG_{CH_4\ pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t} + 310 * GHG_{N_2O\ pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t} \quad (5)$$

де:

$GHG_{pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  – обсяг викидів/поглинання парникових газів з осушених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

$GHG_{CO_2\ pixel\ i\ drained\ organic\ soils,\ t}$  – обсяг викидів/поглинання парникових газів у формі CO<sub>2</sub> з осушених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя

космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  drained organic soils,  $t$  — обсяг викидів парникових газів у формі CH<sub>4</sub> з осушених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

GHG N<sub>2</sub>O pixel  $i$  drained organic soils,  $t$  — обсяг викидів парникових газів у формі N<sub>2</sub>O з осушених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

$S_{\text{pixel}}$  — площа земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для отримання просторових даних щодо характеру рослинного покриву, запасів живої надземної біомаси та рівня ґрунтових вод, (м<sup>2</sup>).

21 — коефіцієнт перерахунку парникового ефекту потоку парникових газів у формі CH<sub>4</sub> у еквівалент CO<sub>2</sub>, (безрозмірна величина).

310 — коефіцієнт перерахунку парникового ефекту потоку парникових газів у формі N<sub>2</sub>O у еквівалент CO<sub>2</sub>, (безрозмірна величина).

Величини GHG CO<sub>2</sub> pixel  $i$  drained organic soils,  $t$ , GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  drained organic soils,  $t$ , та GHG N<sub>2</sub>O pixel  $i$  drained organic soils,  $t$  розраховується з використанням модельних розрахунків відповідно до алгоритму, наведеному у Додатку 1.

#### 2.2.1.1.2. Розрахунок величини GHG DOC drained organic soils, $t$

Розрахунок величини GHG DOC drained organic soils,  $t$  проводиться за Рівнем 1 згідно з рекомендаціями керівництва Wetlands Supplement (2013) та використанням значень типових коефіцієнтів за формулою (6).

$$\text{GHG DOC drained organic soils, } t = S_{\text{drained organic soil, } t} * \text{EF DOC drained organic soils, } t * 44/12 \quad (6)$$

де:

GHG DOC drained organic soils,  $t$  — обсяг викидів парникових газів у формі DOC із резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів станом на рік  $t$  (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

$S_{\text{drained organic soil}, t}$  – площа земної поверхні під осушеними органічними ґрунтами станом на рік  $t$  (га).

$EF_{\text{DOC drained organic soils}, t}$  – обсяг викидів парникових газів у формі DOC із резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів (тон C/рік \* га).

44/12 – коефіцієнт перерахунку молярної маси вуглецю в молярну масу  $\text{CO}_2$ , (безрозмірна величина).

Розрахунок  $S_{\text{drained organic soil}, t}$  проводиться за формулою (7):

$$S_{\text{drained organic soil}, t} = \sum (N_{\text{pixels}, i, t} * S_{\text{pixel}}) \quad (7)$$

де:

$S_{\text{drained organic soil}, t}$  – площа земної поверхні під осушеними органічними ґрунтами станом на рік  $t$  (га).

$N_{\text{pixels}, i, t}$  – кількість пікселів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (безрозмірна величина).

$S_{\text{pixel}}$  – площа земної поверхні, еквівалентна площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для отримання просторових даних щодо характеру рослинного покриву, запасів живої надземної біомаси та рівня ґрунтових вод, ( $\text{m}^2$ ).

Розрахунок  $EF_{\text{DOC drained organic soils}, t}$  проводиться за формулою (8):

$$EF_{\text{DOC drained organic soils}, t} = \text{DOC}_{\text{flux natural}} * (1 + \Delta \text{DOC}_{\text{drained organic soil}}) * \text{Frac}_{\text{DOC-CO}_2} \quad (8)$$

де:

$EF_{\text{DOC drained organic soils}, t}$  – обсяг викидів парникових газів у формі DOC із резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів станом на рік  $t$  (тон C/рік \* га).

$\text{DOC}_{\text{flux natural}}$  – обсяг викидів парникових газів у формі DOC із резервуару «ґрунт» органічних ґрунтів, які знаходяться у природному стані, (тон C/рік \* га), (типове значення 0.08 тон C/рік \* га, Wetlands Supplement (2013) ).

$\Delta \text{DOC}_{\text{drained organic soil}}$  – приріст обсягу викидів парникових газів у формі DOC із резервуару «ґрунт» осушених органічних ґрунтів, у порівнянні до таких, що знаходяться у природному стані, (тон C/рік \* га), (типове значення 0.60 тон C/рік \* га, Wetlands Supplement (2013) ).

$F_{\text{DOC-CO}_2}$  – типовий коефіцієнт перерахунку між величинами DOC і CO<sub>2</sub> (безрозмірна величина), (типове значення 0.9, Wetlands Supplement (2013) ).

#### 2.2.1.1.3. Розрахунок величини GHG<sub>Fire, t</sub>

Розрахунок величини GHG<sub>Fire, t</sub> проводиться за Рівнем 1 згідно з рекомендаціями керівництва Wetlands Supplement (2013) та використанням значень типових коефіцієнтів за формулою (9):

$$\text{GHG}_{\text{Fire, t}} = S_{\text{fire, t}} * M_{\text{dry mass}} * C_f * G_{\text{CO}_2 \text{ ef}} * 10^{-3} + S_{\text{fire, t}} * M_{\text{dry mass}} * C_f * G_{\text{CH}_4 \text{ ef}} * 21 * 10^{-3} + S_{\text{fire, t}} * M_{\text{dry mass}} * C_f * 310 * G_{\text{CO ef}} * 10^{-3} \quad (9)$$

де:

GHG<sub>Fire, t</sub> – обсяг викидів парникових газів у формі CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та CO з площі земної поверхні з осушеними органічними ґрунтами станом на рік t, (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

$S_{\text{fire, t}}$  – площа земної поверхні, еквівалентна площі пожеж, які мали місце протягом року t, (га).

$M_{\text{dry mass}}$  – маса (суха вага) органічної речовини, яка згоріла під час пожеж протягом року t, (тон/га\*рік), (типове значення 336 тон / рік \* га, Wetlands Supplement (2013) ).

$C_f$  – коефіцієнт згорання органічної маси під час пожеж, (величина безрозмірна), (типове значення 1.0, Wetlands Supplement (2013) ).

$G_{\text{CO}_2 \text{ ef}}$  – обсяг викидів парникових газів у формі CO<sub>2</sub> з одиниці маси органічної речовини, яка згоріла під час пожеж на осушених органічних ґрунтах, (кг/тон), (типове значення 362 кг/тону, Wetlands Supplement (2013) ).

$G_{\text{CH}_4 \text{ ef}}$  – обсяг викидів парникових газів у формі CH<sub>4</sub> з одиниці маси органічної речовини, яка згоріла під час пожеж на осушених органічних ґрунтах, (кг/тон), (типове значення 9 кг /тону, Wetlands Supplement (2013) ).

$G_{\text{CO ef}}$  – обсяг викидів парникових газів у формі CO з одиниці маси органічної речовини, яка згоріла під час пожеж на осушених органічних ґрунтах, (кг/тон), (типове значення 207 кг/тону, Wetlands Supplement (2013) ).

$10^{-3}$  – коефіцієнт перерахунку маси між кілограмами та тонами, (тон/кг).

**2.2.1.2. Розрахунок викидів парникових газів з водної поверхні в межах осушених органічних ґрунтів ( $GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, t}$ )**

Розрахунок величини  $GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, t}$  проводиться за Рівнем 1 згідно з рекомендаціями керівництва Wetlands Supplement (2013) та використанням значень типових коефіцієнтів за формулою (10):

$$GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, t} = \sum (S_{open\ water, i, t} * EF_{CH4\ open\ water\ i}) * 21 * 10^{-3} \quad (10)$$

де:

$GHG_{WATER\ total\ drained\ organic\ soils, i, t}$  – обсяг викидів парникових газів у формі  $CH_4$  з водного дзеркала штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , станом на рік  $t$ , (тон  $CO_2$ -екв/рік).

$S_{open\ water, i, t}$  – площа водного дзеркала штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , станом на рік  $t$ , (га).

$EF_{CH4\ open\ water\ i}$  – обсяг викидів парникових газів у формі  $CH_4$  з водного дзеркала штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , (кг/тон), (типове значення 2,5 кг/га\*рік для лісів, для орних земель – 0 кг/га\*рік, пасовищ/сіножатей сильно осушених (нижче – 30 см) – 16 кг/га\*рік, пасовищ/сіножатей слабо осушених (вище – 30 см) – 39 кг/га\*рік, торфорозробки – 6,1 кг/га\*рік; Wetlands Supplement (2013) ).

21 – коефіцієнт перерахунку парникового ефекту потоку парникових газів у формі  $CH_4$  у еквівалент  $CO_2$ , (безрозмірна величина).

$10^{-3}$  – коефіцієнт перерахунку маси між кілограмами та тонами, (величина безрозмірна).

Розрахунок водного дзеркала штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , станом на рік  $t$ ,  $S_{open\ water, i, t}$ , проводиться за формулою (11):

$$S_{open\ water, i, t} = N_{pixels, open\ water, i, t} * S_{pixel} \quad (11)$$

де:

$S_{open\ water, i, t}$  – площа водного дзеркала штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , станом на рік  $t$ , (га).

$N_{\text{pixels, open water, } i, t}$  – кількість пікселів, які класифіковано за категорією (дзеркало води) у межах страти  $i$ , у році  $t$  (безрозмірна величина).

$S_{\text{pixel}}$  – площа земної поверхні, еквівалентна площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для отримання просторових даних щодо характеру земного покриття в межах органічних ґрунтів, ( $\text{m}^2$ ).

### **2.2.2. Розрахунок викидів парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів** **( $\text{GHG}_{\text{total wet organic soils, } t}$ )**

До даної категорії відносяться ділянки земної поверхні з органічними ґрунтами, які були осушені для господарських, екологічних та інших потреб, і на яких пізніше був відновлений гідрологічний режим із втручанням, або без втручання, людини. Для цих ґрунтів характерним є зменшення майже до нуля викидів парникових газів у формі  $\text{CO}_2$  та  $\text{N}_2\text{O}$  та значне збільшення викидів у формі  $\text{CH}_4$ . Викиди у формі  $\text{CO}_2$  в атмосферу зберігаються в результаті дихальних процесів рослин і виносу розчинних органічних сполук з водотоком (DOC), із подальшим вивільненням у атмосферу у формі  $\text{CO}_2$ .

Розрахунок обсягу викидів/поглинання з підтоплених органічних ґрунтів не поділяється на розрахунок викидів/поглинання парникових газів з ґрунтів та з дзеркала водної поверхні штучних водойм, розташованих у межах підтоплених органічних ґрунтів. Поєднання цих двох підкатегорій обумовлене тим, що як у підтоплених ґрунтах, так і в каналах домінують однакові процеси кругообігу вуглецю та азоту, що уніфікує методичні підходи та дозволяє їх об'єднання.

Оцінка викидів/поглинання парникових газів проводиться за Рівнем 3 згідно з рекомендаціями керівництва Wetlands Supplement (2013) із використанням модельних розрахунків, що верифікуються інструментальними замірами потоків на еталонних ділянках із використанням методів мікрокліматичних досліджень (eddy covariance method). Опис моделі та алгоритму розрахунків із використанням даної моделі, наведено у Додатку 1.

Втрати вуглецю з резервуару «ґрунт» органічних ґрунтів у результаті виносу розчинної органічної речовини (Dissolved Organic Carbon - DOC) оцінюються для даної категорії земель за Рівнем 1 відповідно до рекомендацій керівництва Wetlands Supplement (2013).

Втрати вуглецю з резервуару «ґрунт» органічних ґрунтів у результаті виносу твердих частинок органічної речовини (Particulate Organic Carbon - POC) і розчинних форм

мінеральних вуглецевих сполук (Dissolved Inorganic Carbon - DIC) не оцінюються для даної категорії земель (Wetlands Supplement, 2013)).

Втрати вуглецю з органічних ґрунтів у результаті виникнення пожеж не оцінюються для даної категорії (Wetlands Supplement, 2013) через малу вірогідність виникнення пожеж на підтоплених органічних ґрунтах.

Підтоплені органічні ґрунти України відносяться до категорії «багаті органічні ґрунти», які отримують живлення (воду та поживні речовини) з прилеглих територій і з атмосферними опадами.

#### *2.2.2.1. Розрахунок величини $GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$*

Розрахунок величини  $GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$  проводиться за формулою (12).

$$GHG_{wet\ organic\ soils, i, t} = N_{pixels, i, t} * GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} \quad (12)$$

де:

$GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> - екв./рік).

$N_{pixels, i, t}$  — кількість пікселів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (безрозмірна величина).

$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, у межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> - екв./рік).

Кількість пікселів станом на рік  $t$  кожної з страт розраховується з використанням програмного забезпечення ArcGIS.

Розрахунок величини  $GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  проводиться за формулою (13).

$$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} = GHG_{CO2\ pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} + 21 * GHG_{CH4\ pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} \quad (13)$$

де:

$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів з підтоплених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного



знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

GHG CO<sub>2</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  — обсяг викидів/поглинання парникових газів у формі CO<sub>2</sub> з підтоплених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  — обсяг викидів парникових газів у формі CH<sub>4</sub> з підтоплених органічних ґрунтів з площі земної поверхні, еквівалентної площі одного пікселя космічного знімка, який використовується для класифікації земної поверхні згідно зі стратами, в межах страти  $i$ , у році  $t$  (т CO<sub>2</sub> екв./рік \* pixel).

$S_{\text{pixel}}$  — площа земної поверхні, еквівалентна площі одного пікселю космічного знімка, який використовується для отримання просторових даних щодо характеру рослинного покриву, запасів живої надземної біомаси та рівня ґрунтових вод, (м<sup>2</sup>).

21 — коефіцієнт перерахунку парникового ефекту потоку парникових газів у формі CH<sub>4</sub> у еквівалент CO<sub>2</sub>, (безрозмірна величина).

Величини GHG CO<sub>2</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  та GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  розраховуються з використанням модельних розрахунків згідно з алгоритмом, наведеним у Додатку 1.

#### 2.2.2.2. Розрахунок величини GHG DOC wet organic soils, $t$

Розрахунок величини GHG DOC wet organic soils,  $t$  проводиться за Рівнем 1 згідно з рекомендаціями керівництва Wetlands Supplement (2013) та використанням значень типових коефіцієнтів за формулою (14).

$$\text{GHG DOC wet organic soils, } t = S_{\text{wet organic soil, } t} * \text{EF DOC wet organic soils, } t * 44/12 \quad (14)$$

де:

GHG DOC wet organic soils,  $t$  — обсяг викидів парникових газів у формі DOC з підтоплених органічних ґрунтів станом на рік  $t$  (тон CO<sub>2</sub>-екв./рік).

$S_{\text{wet organic soil, } t}$  — площа земної поверхні під підтопленими органічними ґрунтами станом на рік  $t$  (га).

$EF_{DOC, wet\ organic\ soils, t}$  – обсяг викидів парникових газів у формі DOC з підтоплених органічних ґрунтів (тон C/рік \* га), (типове значення 0,26 тон C/рік \* га).

44/12 – коефіцієнт перерахунку молярної маси вуглецю в молярну масу  $CO_2$ , (безрозмірна величина).

Розрахунок  $S_{wet\ organic\ soil, t}$  проводиться за формулою (15):

$$S_{wet\ organic\ soil, t} = \sum(N_{pixels, i, t} * S_{pixel}) \quad (15)$$

де:

$S_{wet\ organic\ soil, t}$  – площа земної поверхні, вкрита підтопленими органічними ґрунтами станом на рік  $t$  (га).

$N_{pixels, i, t}$  – кількість пікселів у межах страти  $i$ , у році  $t$  (безрозмірна величина).

$S_{pixel}$  – площа земної поверхні, еквівалентна площі одного пікселю космічного знімка, який використовується для отримання просторових даних щодо характеру рослинного покриву, запасів живої надземної біомаси та рівня ґрунтових вод, ( $m^2$ ).

### 2.3. Класифікація земної поверхні на страти

Для потреб даної методики з оцінки викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України з використанням модельних розрахунків, земна поверхня класифікується за наступними параметрами:

- 1) тип ґрунту (органічний – мінеральний),
- 2) рівень стояння ґрунтових вод (осушені – підтоплені – дзеркало води),
- 3) характери рослинного покриву (типу землекористування), (трав'яниста рослинність – сільськогосподарські культури – чагарники – деревна рослинність),
- 4) тип органічного ґрунту (болотні ґрунти - торфувато-болотні ґрунти - торфово-болотні ґрунти - торфовища низинні - торфовища низинні карбонатні - торфовища середньоглибокі і глибокі слабо- і середньорозкладені осушені - торфовища середньоглибокі і глибокі сильно-розкладені осушені).

Модельний розрахунок потоків  $CO_2$ ,  $CH_4$ , та  $N_2O$  проводиться для кожної окремої страти з використанням характерних для даної страти чисельних значень коефіцієнтів моделі. Класифікація земної поверхні на страти за вищенаведеними параметрами проводиться під час аналізу космічних знімків за алгоритмом, опис якого наведено у розділі 2.4.4.1. За

результатами класифікації створюються відповідні тематичні шари цифрової мапи, які є складовою частиною ГІС бази даних, що генерує вхідні дані для модельних розрахунків.

Перелік відповідних тематичних шарів страт земної поверхні з відповідними атрибутивними таблицями буде наведено в описі структури ГІС бази даних <sup>10</sup>, яка генеруватиме вхідні дані для проведення модельних розрахунків викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України.

Дана методика передбачає класифікацію земної поверхні на страти за параметром «тип рослинного покриву» до різних рівнів деталізації: починаючи від грубого узагальнення (трав'яниста рослинність – чагарники – деревна рослинність) та продовжуючи в бік подальшої деталізації. Можливі рівні деталізації страт земної поверхні за характером рослинного покриву та відповідні типи землекористування наведено у таблиці 2.

**Таблиця 2. Можливі рівні деталізації страт земної поверхні органічних ґрунтів за характером рослинного покриву та відповідні типи землекористування в межах органічних ґрунтів України.**

Тип рослинного покриву	Паренхімні / непаренхімні види	Рослинні угруповання	Категорія землекористування
Трав'яниста рослинність	Не поділяється	Не поділяється	Пасовища, сіножаті
Сільськогосподарські культури	Не поділяється	Не поділяється	Орні землі
Трав'яниста рослинність	Непаренхімні види	Вологі луки з домінуванням <i>Deschampsia caespitosa</i>	Пасовища, сіножаті
Трав'яниста рослинність	Непаренхімні види	Вологі луки з домінуванням <i>Molinia caerulea</i>	Пасовища, сіножаті
Трав'яниста рослинність	Паренхімні види	Угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин <i>Cyperaceae</i> та <i>Juncaceae</i>	Пасовища, сіножаті
Трав'яниста рослинність	Паренхімні види	Угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок	Пасовища, сіножаті. Водно-болотні угіддя
Трав'яниста рослинність	Паренхімні види	Угруповання високих купинних осок	Водно-болотні угіддя

<sup>10</sup> ГІС база даних знаходиться на стадії розробки.

Трав'яниста рослинність	Паренхімні види	Угрупування високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогоз)	Водно-болотні угіддя
-------------------------	-----------------	--	----------------------

*Продовження Таблиці 2*

Чагарники	Не поділяється	Не поділяється	Пасовища, сіножаті
Деревна рослинність	Не поділяється	Не поділяється	Ліс
Вихід ґрунтових вод на денну поверхню	Не поділяється	Не поділяється	Водно-болотні угіддя

Дана методика передбачає класифікацію земної поверхні в межах органічних ґрунтів за рівнем стояння ґрунтових вод на «осушені» та «підтоплені». До страт, які розташовані на ділянках земної поверхні з осушеними органічними ґрунтами, віднесено всі ділянки земної поверхні з органічними ґрунтами, для яких характерний вихід рівня ґрунтових вод на денну поверхню лише протягом весняної повені.

До страт, які розташовані на ділянках земної поверхні з підтопленими органічними ґрунтами, віднесено всі ділянки земної поверхні з органічними ґрунтами, для яких характерний вихід рівня ґрунтових вод на денну поверхню у період поза весняною повінню та не менш ніж 200 днів на рік.

До страт, які розташовані на ділянках земної поверхні з водним дзеркалом (у межах органічних ґрунтів), віднесені ділянки земної поверхні з відкритим водним дзеркалом або вкриті водною рослинністю протягом 360 днів.

Варіанти поділу земної поверхні на страти для потреб даної методики за вищенаведеними параметрами представлені в таблиці 3. Перетин стовбців і рядків вказує на основні характеристики страти земної поверхні, виділеної для потреб розрахунку викидів/поглинання парникових газів у межах органічних ґрунтів України.

Методика надає можливість збільшення кількості страт земної поверхні у разі подальшої деталізації трав'янистої рослинності на угруповання, деревної рослинності на листяні, хвойні, мішані ліси, та сільськогосподарські культури за певними культурами (овес, пшениця, кукурудза тощо).

**Таблиця 3. Варіанти поділу земної поверхні в межах органічних ґрунтів на страти для потреб розрахунку викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України.**

Параметр	Тип органічного ґрунту (номер за класифікацією)													
	133		135		136		138		140		151		153	
Рівень ґрунтових вод	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені	осушені	підтоплені
Трав'яниста рослинність. Непаренхімна														
Сільськогосподарські культури														
Трав'яниста рослинність. Паренхімна														
Чагарники														
Деревна рослинність														
Дзеркало відкритої води														

*Примітка: червоним кольором виділені неможливі варіанти поєднання параметрів для класифікації страт земної поверхні для потреб даної методики.*

#### 2.4. Верифікація модельних розрахунків

Для потреб даної методики, верифікація модельних розрахунків викидів парникових газів з осушених і підтоплених органічних ґрунтів України проводиться згідно з наступним алгоритмом:

- Інструментальні вимірювання потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O на еталонних ділянках земної поверхні, які представляють виокремлені страти земної поверхні, що використовуються для модельних розрахунків;
- Збір наземними методами в межах еталонних ділянок земної поверхні вхідних даних, які використовуються для проведення модельних розрахунків потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери;

- Розрахунок потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери в межах еталонних ділянок із використанням моделі, опис якої наведено у Додатку 1;
- Порівняння результатів оцінки потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери в межах еталонних ділянок, отриманих інструментальними наземними методами та модельними розрахунками;
- У разі значних (понад 20%) розбіжностей між даними модельних розрахунків і інструментальних вимірювань, проводиться корекція значень коефіцієнтів, які використовуються в модельних розрахунках, до моменту збігу даних модельних розрахунків та інструментальних вимірювань на 95%;
- Розрахунок викидів парникових газів відповідно до даної методики для органічних ґрунтів України з використанням значень коефіцієнтів, які забезпечують 95% подібність даних модельних розрахунків та інструментальних вимірювань на еталонних ділянках.

#### **2.4.1. Еталонні ділянки земної поверхні для інструментального вимірювання викидів парникових газів**

Еталонні ділянки земної поверхні площею 0,5 гектар кожна розташовані в центрі ділянки земної поверхні з гомогенним рослинним покривом площею не менше 1 гектара. Розташування та кількість еталонних ділянок наведено в таблиці 4.

**Таблиця 4. Розташування та кількість еталонних ділянок для верифікації модельних розрахунків викидів/поглинання парникових газів у межах органічних ґрунтів України, (для потреб даної методики).**

<b>Страта</b>	<b>Область</b>	<b>Кількість</b>	<b>№ еталонної ділянки</b>
Осушені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Паренхімна	Чернігівська	1	1
Осушені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Паренхімна	Рівненська	1	2
Осушені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Непаренхімна	Чернігівська	1	3
Осушені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Непаренхімна	Рівненська	1	4
Осушені органічні ґрунти. Чагарники	Чернігівська	1	5

Осушені органічні ґрунти. Чагарники	Рівненська	1	6
-------------------------------------	------------	---	---

*Продовження Таблиці 4*

Осушені органічні ґрунти. Дерев листяні	Чернігівська	1	7
Осушені органічні ґрунти. Дерев листяні	Рівненська	1	8
Осушені органічні ґрунти. Дерев хвойні	Чернігівська	1	9
Осушені органічні ґрунти. Дерев хвойні	Рівненська	1	10
Підтоплені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Паренхімна	Чернігівська	1	11
Підтоплені органічні ґрунти. Трав'яниста рослинність. Паренхімна	Рівненська	1	12
Підтоплені органічні ґрунти. Чагарники	Чернігівська	1	13
Підтоплені органічні ґрунти. Чагарники	Рівненська	1	14
Підтоплені органічні ґрунти. Дерев листяні	Чернігівська	1	15
Підтоплені органічні ґрунти. Дерев листяні	Рівненська	1	16

Межі еталонних ділянок мають бути геореференційовані з точністю до 5 м і винесені в окремий тематичний шар цифрової мапи бази даних, яка генерує вхідні дані для модельних розрахунків.

#### **2.4.2. Збір даних наземними методами для потреб коригування коефіцієнтів моделі**

Потреба у зборі чисельних значень вхідних параметрів для проведення модельних розрахунків обумовлена доцільністю калібрування моделі на розрахунках для еталонних ділянок із наступною верифікацією отриманих значень потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери інструментальними замірами в межах еталонних ділянок.

У разі 95% подібності даних модельних розрахунків та інструментальних вимірювань CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери в межах еталонних ділянок, проводяться розрахунки викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів для території України.

У разі розбіжності між даними модельних розрахунків для еталонних ділянок та інструментальними вимірюваннями понад 20%, проводиться коригування чисельних значень коефіцієнтів моделі, які наведені у Списку коефіцієнтів, прийнятих в алгоритмі моделі (додаток 1).

Перелік даних для збору наземними методами в межах еталонних ділянок земної поверхні вхідних даних, які використовуються для проведення модельних розрахунків потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою еталонної ділянки та повітрям атмосфери наведено у таблиці 5.

**Таблиця 5. Перелік вхідних даних для збору наземними методами в межах еталонних ділянок земної поверхні, які використовуються для проведення модельних розрахунків потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, та N<sub>2</sub>O між екосистемою та повітрям атмосфери в межах органічних ґрунтів України, (для потреб даної методики).**

Параметр	Примітки
Температура повітря ( $T$ ), (щомісячно)	Дані отримуються за поточний рік з найближче розташованої метеорологічної станції
Рівень ґрунтових вод ( $hgr$ ), (подекадно)	Дані отримуються для ділянок земної поверхні з відповідними стратами
Відносна вологість повітря ( $O_{tww}$ ) (щомісячно)	Дані отримуються за поточний рік з найближче розташованої метеорологічної станції
Сума опадів ( $R$ ) (щомісячно)	Дані отримуються за поточний рік з найближче розташованої метеорологічної станції
Індекс типу рослинного покриву / сільськогосподарської культури ( $Q_{crop}$ ) (разово)	Згідно з класифікацією страт
Номер першого місяця вегетації ( $Q'_{veg}$ )	Перший місяць з середньодобовою температурою повітря вище +5°C
Кількість місяців вегетації ( $Q_{month}$ )	Кількість місяців поточного року з середньодобовою температурою повітря вище +5°C
Запаси живої надземної біомаси ( $U_r$ )	Наводяться для ділянок земної поверхні з відповідними стратами. Опис методики збору даних наведено у розділі 2.4.2.1.
Сумарний вміст вуглецю у ґрунті ( $TOC$ )	Дані лабораторії держродючості для ділянок земної поверхні відповідно до визначених страт



Процент глини у ґрунті ( $Clay$ )	Дані лабораторії держзродючості для ділянок земної поверхні відповідно до визначених страт
Кількість внесених органічних добрив ( $M_{fum}$ )	Статистичні дані
Кількість внесених мінеральних азотних добрив ( $N_{fert}$ )	Статистичні дані
Вміст амонію у ґрунті ( $NM_4$ )	Дані лабораторії держзродючості для ділянок земної поверхні відповідно до визначених страт

#### 2.4.2.1. *Визначення запасів живої надземної біомаси наземними методами (AGLB і $m$ )*

Отримані наземними методами дані застосовуються для корегування коефіцієнтів регресійної залежності, яка використовується під час оцінки запасів живої надземної біомаси дистанційними методами за формулами, викладеними у розділі 2.5 даної методики.

Збір даних наземними методами проводиться на еталонних ділянках земної поверхні розміром 100 X 100 м, які розташовані в межах Чернігівської та Рівненської областей, із визначеними координатами меж із точністю до 5м.

Кожний клас/страта земної поверхні представлена мінімум двома еталонними ділянками в двох модельних областях (Чернігівській та Рівненській). Кількість страт земної поверхні та їх перелік наведено у таблиці 3.

У разі, коли варіабельність оцінки запасів живої надземної біомаси за певною стратою є високою, кількість еталонних ділянок для цієї страти збільшується до трьох з метою зменшення величини похибки.

##### 2.4.2.1.1. *Методика оцінки фітомаси лук та інших трав'янистих угруповань*

Своєрідність лучних екосистем визначається тим, що основним їх компонентом є мезофільні багаторічні трави (головним чином, багаторічні злаки та злакоподібні рослини). Трави утворюють травостій і дернину (верхній шар ґрунту, інтенсивно пронизаний кореневищами та корінням трав). Лучні екосистеми виникають там, де мезофільні трави більш конкурентоздатні, ніж рослини, які відносяться до інших екобіоморф (дерева, чагарники, напівчагарники, мохи, лишайники), тобто в специфічних кліматичних та едафічних умовах.

Трав'янисті рослини менш стійкі, у порівнянні з деревами і чагарниками, до різких змін метеорологічних умов (до малосніжних морозних зим, посух тощо), у зв'язку з чим у лучних екосистемах флуктуаційні зміни виражені більш різко, ніж у лісових. На луках, так само як і у степах, є частішими зоогенні флуктуації, пов'язані з масовим розмноженням деяких видів тварин. Однак у той же час, у лучних екосистемах ніколи не відбувається тих катастрофічних порушень, які стаються у лісах при масовому розмноженні деяких видів комах, коли деревний ярус повністю відмирає. На стані лучних екосистем також у значній мірі відображається діяльність людини: у наш час майже усі лучні біоценози використовуються як пасовища або сінокоси, що в деяких випадках і обумовлює наявність у таких місцях саме лучних фітоценозів, оскільки пригнічує розвиток деревних рослин. Усі вищенаведені особливості лучних екосистем необхідно враховувати при організації екологічних досліджень, зокрема визначення запасів біомаси.

Для відбору проб надземної фітомаси трав'янистих та трав'янисто-чагарничкових екосистем (лук, трав'яних боліт) використовується метод укосів, а для відбору проб підземної фітомаси – метод монолітів. Оскільки щороку відбувається відновлення травостою та постійне наростання маси надземних органів з початку вегетаційного періоду до його середини або кінця, проби відбираються у період максимального розвитку рослин. Проби слід відбирати у погожий день, краще близько полудня, за відсутності роси.

Надземна фітомаса визначається за методом укосу – зрізанням трави з пробних ділянок. Кількість облікових ділянок і загальна облікова площа змінюються в залежності від ступеню однорідності травостоїв та від розмірів ділянок. Найбільш часто використовуються ділянки в 1, 2, 4, 5 м<sup>2</sup>. Для визначення запасів фітомаси з точністю  $\pm 10\%$ , як правило, достатньо 10 ділянок в 1 м<sup>2</sup> або трьох-чотирьох ділянок по 4 м<sup>2</sup>.

Для злакових лук, перезвожених лук із домінуванням ситників і осок рекомендовано ділянки у 1 м<sup>2</sup> в 10 повторностях, а для трав'янистих угруповань піщаних грив (у зв'язку з їх меншим значенням загального проективного покриття та більшою мозаїчністю) – ділянки у 4 м<sup>2</sup> у чотирьох повторностях. Надземний ярус зрізують на рівні поверхні ґрунту, використовуючи ножиці або секатор (для цупких стебел). При зрізанні з трави формують снопок, щоб зменшити пошкодження рослини при транспортуванні. Проби відбираються у однакові поліетиленові пакети, у кожний пакет закладається етикетка з номером проби та щільно закривається. На тих же ділянках згодом в окремі пакети збирають опад і підстилку.

Для визначення сирої маси проб рекомендовано зважувати їх у лабораторії прямо у закритих пакетах, віднявши потім від отриманої маси вагу пакету та етикетки. Цей спосіб дає

можливість більш точно визначити сиру вагу рослин, оскільки за час транспортування у лабораторію частина вологи вже конденсується на стінках пакету. Після зважування, проби необхідно якнайшвидше розібрати по видах рослин та фракціях: зелена маса, сухі минулорічні залишки (які підуть в опад), багаторічні органи (якщо є). Зелена маса кожного виду та фракції закладається у стандартні сухі паперові конверти, на які наноситься етикетка з номером проби та назвою виду (фракції). Конверти зважуються і після віднімання маси конверту отримується значення сирої маси кожного виду (фракції) у пробі. Сума сирих мас за фракціями/видами буде становити число, наближене до сирої маси усієї проби, зваженої до того. Надлишок – маса вологи, що конденсувалася у пакеті, – може бути пропорційно розподілений шляхом додавання до значень маси фракцій/видів (якщо припустити, що всі види транспірували з однаковою інтенсивністю). Визначення запасів фітомаси важливе для наступного моніторингу лучних екосистем, оскільки дає можливість визначати запаси біомаси при різному розподілі домінантів.

Для отримання значення сухої маси кожного виду/фракції у пробі конверти з пробами висушуються у сушильній шафі при 110°C до абсолютно сухої ваги і знову зважуються. Сума нетто ваги усіх фракцій/видів становить суху вагу проби.

#### 2.4.2.1.2. Методика оцінки фітомаси болотних екосистем

Болото – це специфічний природний об’єкт, що характеризується постійним або довгочасним рясним режимом зволоження, переважанням вологолюбної рослинності. Екосистеми боліт не є однорідними і часто формують комплекс з міні-екосистем. Основними територіальними виділами (об’єктами) рослинності боліт є мікроценози, фітоценози, болотні фації, болотні масиви та їх системи. Всі вони мають межі і перебувають під впливом певних провідних факторів, що обумовлюють їх властивості та структуру. Тому кожному з них відповідає свій рівень структурної організації, вивчення якої передбачає застосування різних методів.

Для оцінки запасів фітомаси боліт використовуються ті ж базові методи, що й для лук, тобто методи укосів і монолітів. Однак, враховуючи значну мозаїчність рослинного покриву боліт, спершу необхідно зробити найбільш детальніше картування болотного масиву з визначенням болотних фацій (можна використовувати метод картування на основі космічних знімків) і опис флористичного складу кожної фації.

#### 2.4.2.1.3. Визначення запасів живої надземної фітомаси лісів

У кожному типі лісових екосистем закладається по одній пробній ділянці, де проводяться виміри і спостереження, що не порушують первісного стану фітоценозу. Навколо пробної ділянки слід позначити буферну зону, яка ізолюється від традиційних типів господарської діяльності і використовується для рубання модельних дерев, проведення обліку трав'яного покриву, підліску та підросту, і на якій беруть моноліти для визначення фітомаси коренів, закладають ґрунтові розрізи тощо. Пробна ділянка обирається у найбільш характерному місці досліджуваного фітоценозу з деревостаном, що є найбільш однорідним за усіма лісотаксаційними показниками та за умовами зростання. Пробна ділянка не повинна включати в себе різні за експозицією та крутизною частини схилу. Пробні ділянки слід закладати на відстані не менше 30 м від квартальних просік, доріг, межі та відкритих стін лісу. Не допускається включення у пробну ділянку старих перестійних дерев та наявність «вікон» у полозі.

Форму ділянки краще робити прямокутною, з орієнтацією довгої сторони впоперек схилу. Розмір ділянки повинен бути таким, щоб на ньому знаходилося не менше 200 дерев основного елемента лісу: для деревостанів I вікового класу – не менше 0,05 га (50 x 10 м); II – 0,10 га (50 x 20 м), III – 0,20 га (100 x 20 м), IV і старше – 0,25 га (100 x 25 м). При цьому клас віку для хвойних і твердолистяних насінневих деревостоїв становить 20 років, для інших – 10 років.

На пробних ділянках виконується геоботанічний опис із визначенням покриття кожної породи, проводиться облік дерев (живих) з окремим обліком сухостою. У кожного дерева мірною вилкою визначається діаметр на висоті 1,3 м від кореневої шийки (на висоті грудей) та, за допомогою висотоміра (краще оптичного), – висоту дерев.

Запас сирої стовбурової деревини ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) за породами визначається за розрахунком запасу стовбурної деревини для модельних дерев, і на їх основі визначаються рівняння зв'язку між вагою (в кг) окремих фракцій фітомаси (деревини та кори стовбурів, гілок, листя та ін.) і  $d^2$  або  $d^2h$ , де  $d$  – діаметр стовбурів на висоті грудей (в см),  $h$  – висота дерева (в м). Для молодих рослин часто використовується значення діаметрів на висоті 0,3 м ( $d_{0,3}$ ) або біля кореневої шийки ( $d_0$ ), для фракцій крон – діаметр стовбура на початку крони ( $d_k$ ). Вирахувані залежності, так звані конверсійні коефіцієнти за градаціями віку та повноти насаджень, потім використовуються для підрахунку загального запасу фітомаси у деревостані.

Модельні дерева обираються наступним чином. За результатами таксації на пробній ділянці всі дерева розділяються на кілька класів за діаметром (наприклад, три класи) та висотою (якщо у дерев одного діаметру висота значно варіює). Обраховуються значення висоти та діаметру для середнього дерева кожного з класів. Середні дерева знаходять у буферній зоні пробної ділянки, зрізують та зважують окремо кожну фракцію (або її долю): кора, дрібні гілки, листки. Маса деревини стовбура та скелетних гілок визначається через лінійні розміри, використовуючи значення щільності деревини.

Облік біомаси підросту та чагарникового ярусу виконується трансектним методом. Уздовж довгої сторони пробної ділянки прокладається трансекта, по якій через рівні проміжки закладаються маленькі пробні ділянки (5x5 м) у 5 – 10 повторностях. На ділянках слід видалити підріст/чагарниковий ярус, що розбирається на надземні фракції та коріння і зважується. Результати екстраполюються на всю площу ділянки.

Запаси надземної та підземної фітомаси трав'яного ярусу визначаються стандартним методом укосів і монолітів, як і для трав'янистих екосистем (див. вище), на ділянках в 1м<sup>2</sup> у 10-ти повторностях. Якщо склад трав'яного покриву на загальній пробній ділянці неоднорідний, проби беруть у трьох повторностях з кожного типу трав'яного фітоценозу.

#### **2.4.3. Інструментальні вимірювання потоків парникових газів між екосистемою та повітрям атмосфери**

Дані модельних розрахунків викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України верифікуються даними прямих наземних інструментальних вимірювань потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O на еталонних ділянках, розташованих у Чернігівській та Рівненській областях, із використанням методу мікрокліматичних досліджень (вихрова коваріація)<sup>11</sup>. Розташування еталонних ділянок для верифікації модельних розрахунків наведено у таблиці 4. Межі еталонних ділянок винесені у відповідний тематичний шар цифрової мапи ГІС бази даних, створеної для потреб даної методики.

Вимірювання викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України методом мікрокліматичних досліджень проводиться мобільними установками протягом одного тижня на кожній окремій ділянці. Вимірювання потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O здійснюється

---

<sup>11</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.

за допомогою TGA100A аналізатора з перестроюваним діодним лазером. Маючи в основі лазерну абсорбційну спектроскопію, яка базується на перестроюваному діоді, TGA100A аналізатор слідів газів має необхідну чутливість для вимірювання навколишніх градієнтів слідів газів, серед яких N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> та CO<sub>2</sub>, та частотну характеристику, достатню для застосування програм для розрахунку вихрової коваріації.

Отримані первинні дані сенсорів надсилаються до одного з партнерів проекту EUROFLUX (<http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/progetti/eflux/euro.html>) для фільтрації та обрахунку величини викидів закису азоту з одиниці площі земної поверхні.

На основі отриманих даних прямих вимірювань потоків CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та N<sub>2</sub>O з земної поверхні певної страти проводиться верифікація розрахункових даних для ділянок земної поверхні в межах еталонних ділянок. Розраховується похибка розрахункових даних, а також вносяться зміни до коефіцієнтів задля зменшення величини похибки розрахункових даних.

#### 2.4.4. Вхідні дані та їх формат

Перелік вхідних даних, які використовуються для потреб розрахунку викидів/поглинання парникових газів з ділянок земної поверхні з органічними ґрунтами з різним режимом землекористування, наведено у таблиці 6.

**Таблиця 6. Вхідні дані, що використовуються для проведення розрахунку викидів/поглинання парникових газів з ділянок земної поверхні з органічними ґрунтами України та їх формат.**

Параметр	Формат, у якому дані існують	Формат, необхідний для використання за методикою
Межі адміністративних одиниць на рівні району	Тематичний шар цифрової мапи	Тематичний шар цифрової мапи
Тип рослинного покриву	Космічний багатоспектральний знімок	Тематичний шар цифрової мапи
Рівень стояння ґрунтових вод	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Висота земної поверхні над рівнем моря, відносні зміни	Радарний космічний знімок	Тематичний шар цифрової мапи
Об'єм внесених мінеральних азотних добрив	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Об'єм внесених органічних добрив	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи

Річні запаси живої надземної біомаси	Космічний багатоспектральний знімок	Тематичний шар цифрової мапи
--------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------

*Продовження Таблиці 6*

Тип торфового ґрунту та межі органічного ґрунту	Картографічні матеріали	Тематичний шар цифрової мапи
Питома щільність торфового ґрунту	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
pH торфового ґрунту	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Вміст амонію в ґрунті	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Вміст нітратів у ґрунті	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Вміст гумусу в ґрунті	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Вологість зав'язання	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Вологість розриву капілярів	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Найменша вологоємність ґрунту	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Повна вологоємність ґрунту (у шарі 0 – 50 см)	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Середньомісячна температура повітря	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи
Середньомісячна сума опадів	Дані в форматі Excel або на паперових носіях	Тематичний шар цифрової мапи

Вхідні дані, які знаходяться на паперових носіях або в електронному вигляді у форматі, відмінному від ГІС та/або Excel, переводяться у формат Excel. Вхідні дані, які знаходяться у форматі Excel, переводяться у ГІС формат.

#### **2.4.4.1. Методи обробки первинних просторових даних (космічних знімків)**

Обробка космічних знімків з метою збору просторових даних проводиться за загальноприйнятими методиками, опис яких не включено до даної методики, та передбачає наступні кроки:

- 1) підбір знімків за строками (липень – серпень),
- 2) завантаження знімків з архіву,
- 3) зшивка спектральних каналів за кожною сценою,

- 4) конвертація знімків у робочий формат,
- 5) геореференціювання знімків,
- 6) атмосферна корекція знімків,
- 7) порізка та зшивка окремих сцен космічних знімків,
- 8) некерована класифікація знімків,
- 9) верифікація отриманих даних наземними засобами,
- 10) керована класифікація знімків,
- 11) визначення рівня невизначеності/похибки класифікації земель за категоріями землекористування.

#### 2.4.4.2. Джерела вхідних даних

Дана методика передбачає використання наступних джерел просторової інформації:

- Багатоспектральні космічні знімки Landsat TM. Розмір пікселя 28 X 28 метрів. Для потреб ретроспективного аналізу;
- Багатоспектральні космічні знімки RapidEye. Розмір пікселя 5 X 5 метрів. Для потреб поточного стану;
- Мапа «Ґрунти України». Масштаб 1 : 200 000. Зйомка 1970 року;
- Мапа «Торфовища України». Масштаб 1 : 200 000. Зйомка 1970 року;
- Картосхеми меліоративних систем України. Масштаб 1: 5 000;
- Картосхеми об'єктів ПЗФ. Масштаб 1: 100 000;
- Мапа «Адміністративний поділ України». Масштаб 1 : 50 000.

Перелік джерел вхідних даних, які використовуються для потреб розрахунку викидів/поглинання парникових газів з ділянок земної поверхні з органічними ґрунтами з різним режимом землекористування, наведено у таблиці 7.

**Таблиця 7. Параметри та джерела вхідних даних, які використовуються для потреб розрахунку викидів/поглинання парникових газів з ділянок земної поверхні з органічними ґрунтами України.**

Параметр	Джерело даних
Межі адміністративних одиниць на рівні району	Тематичний шар цифрової мапи
Тип рослинного покриву	Багатоспектральні космічні знімки Landsat TM / RapidEye
Рівень стояння ґрунтових вод	Геолого-меліоративні експедиції України Радарний знімок



Висота земної поверхні над рівнем моря, відносні зміни	Радарний знімок
Обсяг внесених мінеральних азотних добрив	Статистичні дані у розрізі господарств
Обсяг внесених органічних добрив	Статистичні дані у розрізі господарств

*Продовження Таблиці 7*

Річні запаси живої надземної біомаси	Багатоспектральні космічні знімки Landsat TM / RapidEye
Тип торфового ґрунту та межі органічного ґрунту	Карта «Ґрунти України», масштаб 1 : 200 000. Зйомка 1970 р.
Питома щільність торфового ґрунту	Обласні лабораторії держзродючості
pH торфового ґрунту	Обласні лабораторії держзродючості
Вміст амонію в ґрунті	Обласні лабораторії держзродючості
Вміст нітратів у ґрунті	Обласні лабораторії держзродючості
Вміст гумусу в ґрунті	Обласні лабораторії держзродючості
Вологість зав'язання	Обласні лабораторії держзродючості
Вологість розриву капілярів	Обласні лабораторії держзродючості
Найменша вологоємність ґрунту	Обласні лабораторії держзродючості
Повна вологоємність ґрунту (у шарі 0 – 50 см)	Обласні лабораторії держзродючості
Середньомісячна температура повітря	Метеорологічні станції України
Середньомісячна сума опадів	Метеорологічні станції України

## 2.5. Оцінка запасів живої надземної біомаси дистанційними методами (AGLB *pixel dry*

*mass, i, p, tn*)

Запас живої надземної біомаси для потреб даної методики визначається для ділянки земної поверхні, еквівалентній площі одного пікселя космічного знімку, який використовується для дистанційного збору даних. Для визначення запасів живої надземної біомаси використовуються канали L-band JERS-1/SAR backscatter, у поєднанні з Landsat B4/B5.

Розрахунок проводиться в два етапи:

- Перший етап: запаси живої надземної біомаси визначаються за наведеною нижче регресійною залежністю, яка розрахована для території США, з подальшою корекцією даних щодо живої надземної біомаси, отриманих на контрольних ділянках Чернігівської та Рівненської областей. Запаси живої надземної біомаси визначаються за регресійною залежністю, розрахованою для США, протягом періоду, доки відсутні дані верифікації наземними методами. Такий підхід використовується для ретроспективного аналізу та розрахунку викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів починаючи з 1990 року.

- Другий етап: розраховується специфічна для країни регресійна залежність між каналами радарного та багатоспектрального космічних знімків L-band JERS-1/SAR backscatter і Landsat B4/B5 та запасами біомаси, дані про які були зібрані наземними методами на еталонних ділянках. Запаси живої надземної біомаси розраховуються для всієї України за отриманими коефіцієнтами регресійної залежності з використанням дистанційних методів аналізу земної поверхні та космічних знімків.

Розрахунок запасів живої надземної біомаси ділянки земної поверхні, що еквівалентна площі одного пікселя космічних знімків, які використано для отримання даних, проводиться за наступними формулами<sup>12</sup> (16-17):

$$AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}} = CF * 2^{\ln(AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}})} \quad (16)$$

$$\ln(AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}}) = 2.3759 * (B4/B5) + 0.5542 * \delta + 4.0948 \quad (17)$$

$$(r^2 = 0.72,)$$

де:

B4 – середнє значення спектральної характеристики 9 пікселів (ділянки розміром 3 x 3 пікселя або 90 x 90 метрів) каналу B4 Landsat;

B5 – середнє значення спектральної характеристики 9 пікселів (ділянки розміром 3 x 3 пікселя або 90 x 90 метрів) каналу B5 Landsat;

$\Delta$  – коефіцієнт JERS-1/SAR backscatter.

$$CF = e^{SEE/2} \quad (18)$$

де:

CF – коефіцієнт корекції під час визначення числа за його значенням логарифму<sup>13</sup> ;

<sup>12</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.

<sup>13</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN:

SEE – стандартна помилка оцінки.  $SEE = 0.78$

За результатами розрахунків створюється тематичний шар цифрової мапи «Запаси живої надземної біомаси станом на  $t_n - 1$ ». Дані, які генеруються тематичним шаром, є вхідними для розрахунку річних викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів у формі  $CO_2$ ,  $CH_4$  та  $N_2O$ .

На другому етапі виконуються наступні дії:

- Проводиться оцінка запасів живої надземної біомаси на еталонних ділянках у відповідності з вимогами збору даних наземними методами для кожної страти. Час збору даних: липень - серпень;
- Межі ділянок збору даних наземними методами геореференціюються з точністю до 20 м;
- Визначається середнє значення спектральних характеристик 9 пікселів (3 x 3) каналів Landsat B4 та B5 станом на поточний рік і період збору даних наземними методами в межах кожної страти для ділянок, які розташовані поруч із ділянками збору даних наземними засобами;
- Визначається середнє значення коефіцієнтів L-band JERS-1/SAR backscatter 9 пікселів (3 x 3) станом на поточний рік у межах кожної страти для ділянок, які розташовані поруч із ділянками збору даних наземними засобами;
- Визначається лінійна регресійна залежність між середніми значеннями спектральних характеристик каналів космічних знімків L-band JERS-1/SAR backscatter, Landsat B4/B5 і значеннями запасів живої надземної біомаси у відповідних просторових точках. Залежність розраховується станом на поточний/звітний рік ( $t_n$ );
- Розрахунок запасів живої надземної біомаси для території України проводиться за формулами 16 – 18 із використанням регресійної залежності, отриманої на контрольних ділянках земної поверхні, розташованих в Чернігівській та Рівненській областях;

- Створюється тематичний шар цифрової мапи «Запас надземної живої біомаси станом на рік  $t_n$ ». Дані, які генеруються тематичним шаром, є вхідними для розрахунку річних викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів України.

## 2.6. Вихідні дані та їх формат

Методика передбачає представлення просторових даних у ГІС форматі у вигляді тематичних цифрових растрових шарів із атрибутивними таблицями та відповідних узагальнених даних у форматі Excel.

Повний перелік тематичних шарів цифрової мапи, які складають структуру ГІС бази даних, що генерує вхідні дані для модельних розрахунків, із відповідними атрибутивними таблицями та перелік і структура файлів у форматі Excel наведені в описі структури ГІС бази даних, яка є складовою частиною даної методики (знаходиться у розробці).

Перелік основних тематичних цифрових растрових шарів для представлення остаточних даних з оцінки викидів/поглинання парникових газів з органічних ґрунтів, включає:

- Викиди  $\text{CO}_2$  з органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CH}_4$  з органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{N}_2\text{O}$  з органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CO}_2$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» осушених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CH}_4$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» осушених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{N}_2\text{O}$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» осушених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CO}_2$  з резервуару «ґрунт» у формі DOC з осушених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  та  $\text{CO}$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» осушених органічних ґрунтів у результаті виникнення пожеж протягом звітного року;
- Викиди  $\text{CH}_4$  з водних штучних водойм, розташованих у межах осушених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди  $\text{CH}_4$  з резервуарів «ґрунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» підтоплених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;

- Викиди CO<sub>2</sub> з резервуарів «грунт», «жива надземна біомаса», «жива підземна біомаса», «опад» підтоплених органічних ґрунтів України станом на звітний рік;
- Викиди CO<sub>2</sub> з резервуару «грунт» у формі DOC з підтоплених органічних ґрунтів України станом на звітний рік.

## **Додаток 1. Моделювання динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану та закису азоту з цих ґрунтів**

### **1. Підходи до моделювання**

Динамічне моделювання процесів трансформації органічної речовини ґрунтів є частиною більш складного завдання – моделювання процесів ґрунтоутворення і функціонування ґрунтів та розвитку всієї ґрунтової системи загалом. Таке моделювання є важливим інструментом дослідження функціонування та прогнозування змін ґрунтової системи, кількісної оцінки ролі ґрунтового покриву в балансі парникових газів у атмосфері та в процесах змін клімату.

Динамічне моделювання органічної речовини ґрунтів розвивалось як в рамках створення моделей агроєкосистем, так і цілком самостійно, здебільшого, для лісових ґрунтів. В процесі розвитку визначились головні концептуальні підходи до оцінки динаміки процесів трансформації органічної речовини рослинних залишків та ґрунтів, а також емісії парникових газів. Так, наведені в монографії [3] результати аналізу процесу мінералізації органічної речовини рослинних залишків та ґрунтів дозволяють зробити висновок, що темп трансформації має два різних етапи: фазу швидкої і фазу повільної мінералізації. Фаза швидкої мінералізації досить коротка і завершується в перші місяці розкладання рослинних залишків, змінюючись тривалою фазою повільної мінералізації. Такий характер динаміки втрати маси рослинних залишків при розкладанні може бути пояснений різними причинами. Так, фазу швидкої мінералізації зазвичай пов'язують із трансформацією свіжого матеріалу рослинних залишків та тими його компонентами, що швидко мінералізуються. Фазу повільної мінералізації пояснюють по-різному: з одного боку, як інгібуючий вплив відносно накопичуваного лігніну, з іншого боку – як результат формування гумусових речовин, що блокують подальше швидке розкладання рослинних залишків.

Характер рослинності є потужним фактором, що впливає на гумусоутворення. Оскільки трав'яниста рослинність щорічно відмирає, вона дає найбільший рослинний опад, в основному у вигляді корневих залишків, що сприяє швидкому з'єднанню продуктів їх розкладу з мінеральною частиною ґрунту та захисту від надлишкової мінералізації. В результаті цього процесу вміст гумусу в ґрунті збільшується.

Залишки зелених рослин надходять у ґрунт у вигляді наземного опадів та відмерлої кореневої системи рослин. Кількість органічної речовини, що надходить до ґрунту різниться і залежить від ґрунтово-рослинної зони, складу, віку та густоти насаджень, а також від ступеня

розвитку трав'янистого покриву. Найбільш суттєвим джерелом ґрунтової органіки є рослинність, що мобілізує та акумулює в едафотопі запас потенціальної енергії та біофільних елементів. Продуктивність рослинності різних екосистем не є однаковою: у тундрі вона складає від 1–2 т/га за рік сухої речовини, в той час як у вологих тропічних лісах – 30–35 т/га.

На ґрунтах, вкритих трав'янистою рослинністю, основним джерелом гумусу є коріння, маса якого у метровому шарі ґрунту складає 8–28 т/га (Степ). Трав'яниста рослинність у зоні хвойних та мішаних лісів (Полісся) на суходільних луках накопичує 6 – 13 т коріння на гектар у метровому шарі ґрунту, під багаторічними сіяними травами – 6 – 15 т/га, а однорічною культурною рослинністю – 3,1–15 т/га органічних решток.

Лісова рослинність у результаті рослинного опаду утворює потужну підстилку, тому участь коріння у гумусоутворенні незначна. За ґрунтовим профілем вміст кореневих решток із глибиною зменшується. Ці залишки нерідко використовуються ґрунтовою фауною та мікроорганізмами, внаслідок чого відбувається трансформація органічної речовини у вторинні форми. Хімічний склад органічних решток дуже різноманітний і включає воду (70–90 %), білки, ліпіди, лігнін, смоли, віск, дубильні речовини. Переважна більшість цих сполук високомолекулярні (мол. маса 104–106). Деревина розкладається повільно, тому що містить багато смол і дубильних речовин, які трансформуються лише специфічною мікрофлорою. Натомість дуже швидко розкладаються бобові трави, збагачені білками та вуглеводами. Зольних елементів у траві багато, а в деревних рослин – мало. В орних ґрунтах джерелом для гумусоутворення служать залишки культурних рослин і органічні добрива.

Швидкість і спрямування гуміфікації залежать від багатьох факторів, основними серед яких є кількість і хімічний склад рослинних решток, водний і повітряний режими, склад ґрунтових мікроорганізмів, реакція ґрунтового розчину, гранулометричний склад ґрунту. Можна виділити декілька ситуацій, що характеризують вплив водно-повітряного режиму ґрунту на гуміфікацію:

1) В аеробних умовах можливі такі варіанти: а) при достатній кількості вологи та температурі 25–30 °С розклад і мінералізація йдуть інтенсивно, тому гумусу накопичується мало; б) при нестачі вологи утворюється мало органічної маси взагалі, сповільнюються її розклад і мінералізація, тому гумусу утворюється також мало;

2) В анаеробних умовах при постійному надлишку води і нестачі кисню уповільнюється розклад органічних залишків, у результаті діяльності анаеробних мікроорганізмів

утворюються метан і водень, які пригнічують мікробіологічну активність, гумусоутворення дуже слабе, органічні залишки консервуються у вигляді торфу (болотні ґрунти);

3) Чергування оптимальних гідротермічних умов із деяким періодичним висушуванням ґрунту – найбільш сприятливий варіант для гумусоутворення. В таких умовах відбувається поступовий розклад органічних залишків, гуміфікація є досить інтенсивною, гумус закріплюється в засушливі періоди (чорнозем).

Дренування торф'яних ґрунтів викликає емісію двоокису вуглецю  $\text{CO}_2$  і закису азоту  $\text{N}_2\text{O}$ . Перезволоження торф'яних ґрунтів призводить до пригнічення аеробної емісії  $\text{CO}_2$  і  $\text{N}_2\text{O}$  та до збільшення емісії метану  $\text{CH}_4$ .

Протягом останніх 20 років також відбувався розвиток моделювання викидів парникових газів із органічних ґрунтів (моделі типу «peat soil», «wetland», «forest soil»). Такі моделі досить умовно можна поділити за трьома основними напрямками їх створення.

До першого напрямку слід віднести моделі, в яких моделюється динаміка вуглецю у ґрунті та емісія  $\text{CO}_2$  і  $\text{CH}_4$  [11; 19; 20; 21].

Другий напрямок складають моделі, в яких розглядаються процеси нітрифікації і денітрифікації азоту в ґрунті та емісія  $\text{N}_2\text{O}$  [14; 16].

Комплексні моделі, в яких моделюється динаміка вуглецю у ґрунті, процеси трансформації азоту в ґрунті та емісія  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  [12; 13; 15; 18] можна віднести до третього напрямку.

Більшість моделей спрямовані на отримання оцінок викидів парникових газів із органічних ґрунтів на регіональному та національному рівнях.

## **2. Опис моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів**

### **(Peat-GHG-Model)**

*Концепція моделювання* динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів ґрунтується на принципах, сформульованих для мінеральних ґрунтів у ROTHC- моделі [9; 10] та SUNDIAL [8; 17], що згодом були розвинуті в роботах J. Smith et al. (2010) [18] щодо створення моделі ECOSSE для органічних ґрунтів. В основі принципів лежить обґрунтування концепції розділення



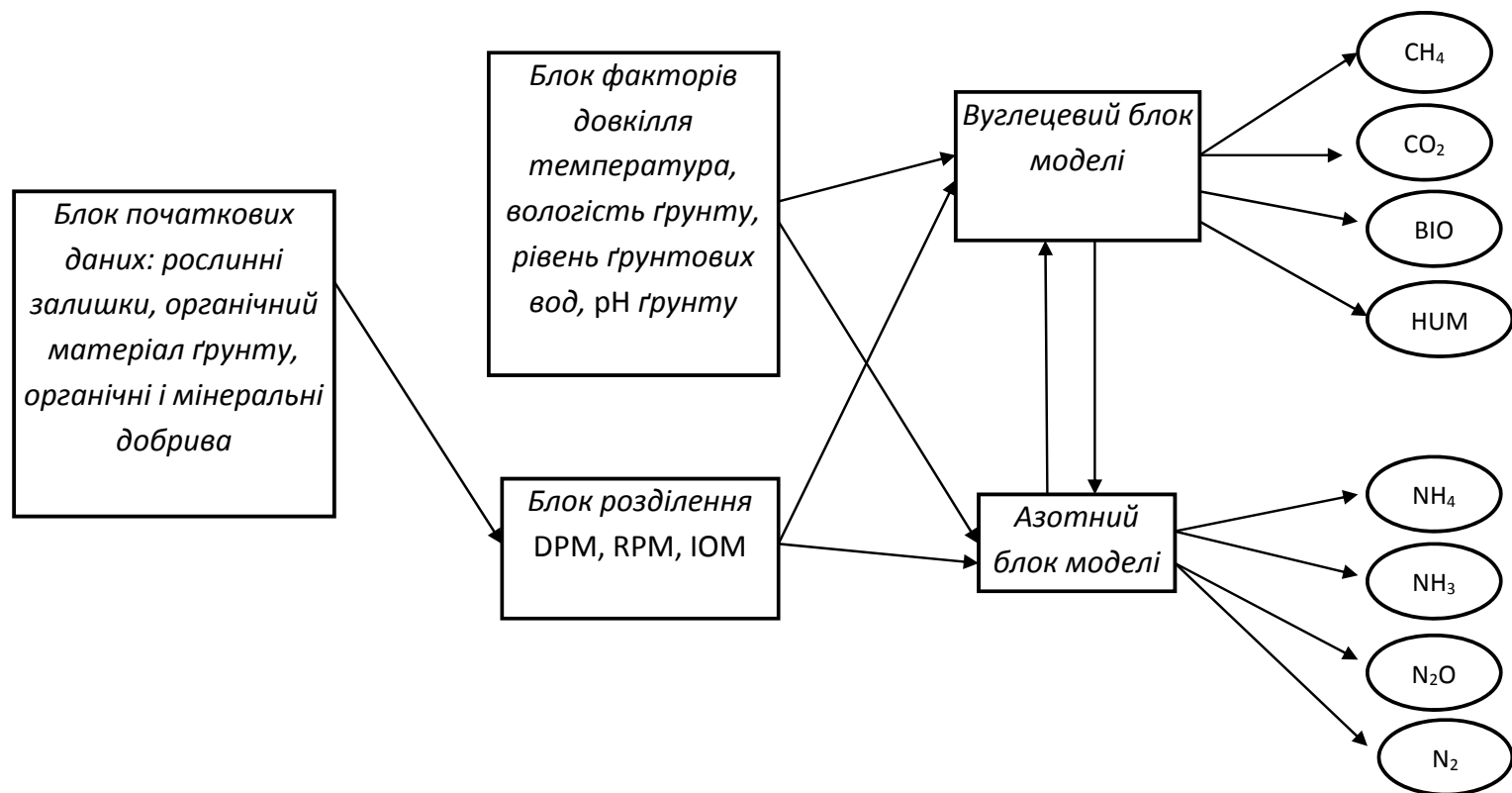
органічного матеріалу рослинних залишків і ґрунту на активні і пасивні компартменти та подальшому кількісному опису їхньої динаміки.

**Структура моделі** динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-Model) представлена у вигляді узагальненої блок-схеми на мал. 1.

Модель складається з п'яти основних блоків:

- 1) Блок початкових даних, що включає дані про органічну речовину рослинних залишків, органічний матеріал ґрунту, кількість внесених органічних і мінеральних добрив;
- 2) Блок факторів довкілля, що включає характеристики водно-фізичних та агрохімічних властивостей ґрунту;
- 3) Блок розподілу на стійкий органічний матеріал RPM, декомпозиційний органічний матеріал DPM, інертний органічний матеріал IOM;
- 4) Вуглецевий блок;
- 5) Азотний блок.

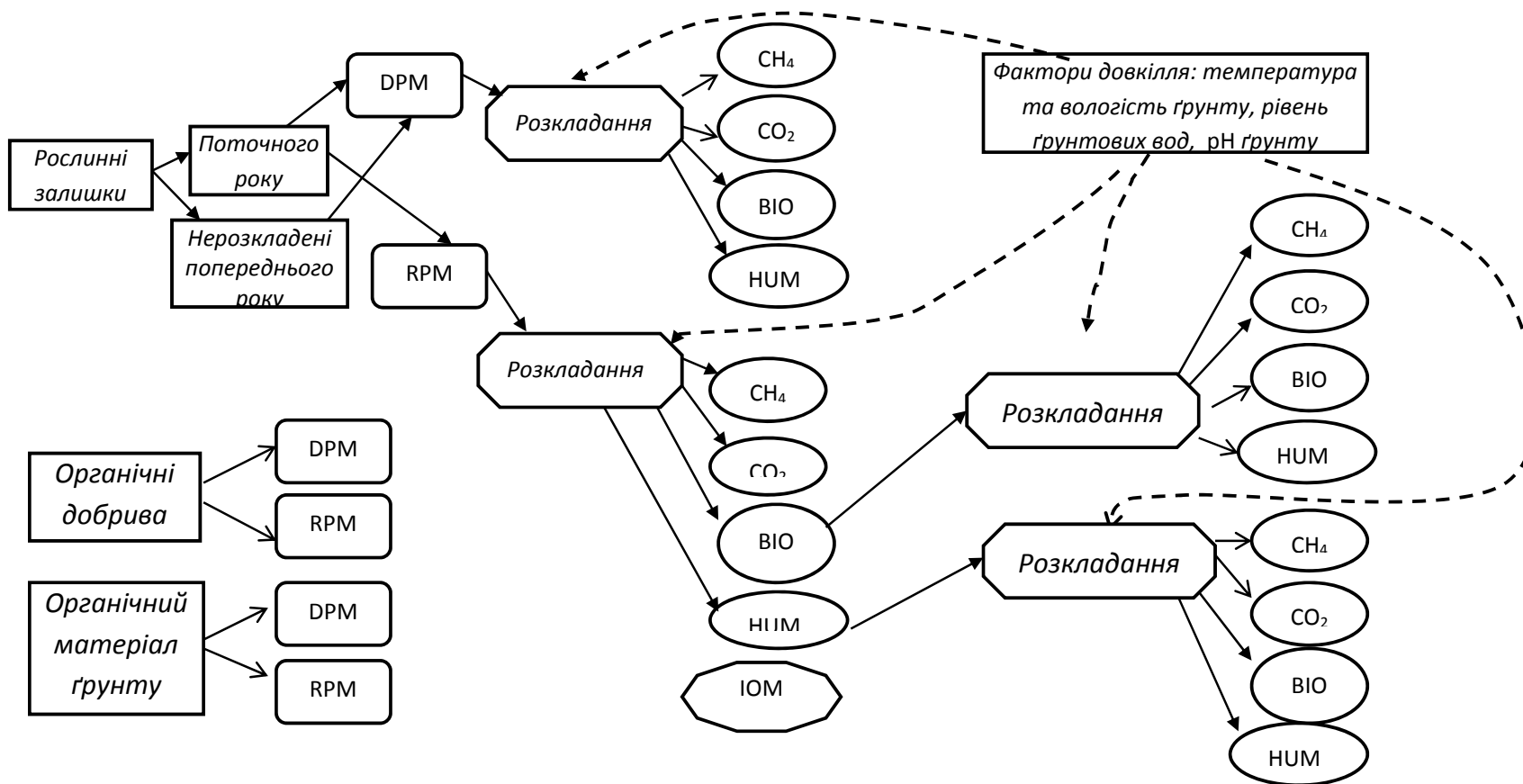
Наслідуючи роботу J. Smith et al. (2010) [18], вуглецевий блок моделі (мал. 2) поділяє органічну речовину рослинних залишків та органічну речовину ґрунту на два активних компартменти та один інертний компартмент. Також виокремлено стійкий органічний матеріал RPM, декомпозиційний органічний матеріал DPM, інертний органічний матеріал IOM, пули мікробіологічної біомаси BIO та гумусу HUM. У модель включені всі основні процеси кругообігу C і N, інтенсивність яких описується рівнянням першого порядку. Швидкість протікання процесів буде специфічним параметром для кожного пулу, який залежатиме від впливу таких факторів довкілля, як температура повітря і ґрунту, вологість ґрунту, тип і розміри рослинності, механічний склад ґрунту, pH ґрунту. Під час процесу розкладання відбувається обмін органічної речовини між пулами. За аеробних умов, процес розкладання призводить до втрат вуглецю у вигляді CO<sub>2</sub>, в той час як за анаеробних умов домінують втрати вуглецю у вигляді CH<sub>4</sub>.



**Мал. 1. Узагальнена блок-схема моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-model):**

DPM – матеріали, що розкладаються; HUM – гуміфікований матеріал; RPM – стійкий матеріал;

IOM – інертний органічний матеріал; BIO – мікробіологічна біомаса.



**Мал. 2. Вуглецевий блок моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-model):**

DPM – матеріали, що розкладаються; HUM – гуміфікований матеріал; RPM – стійкий матеріал;

IOM – інертний органічний матеріал; BIO – мікробіологічна біомаса.

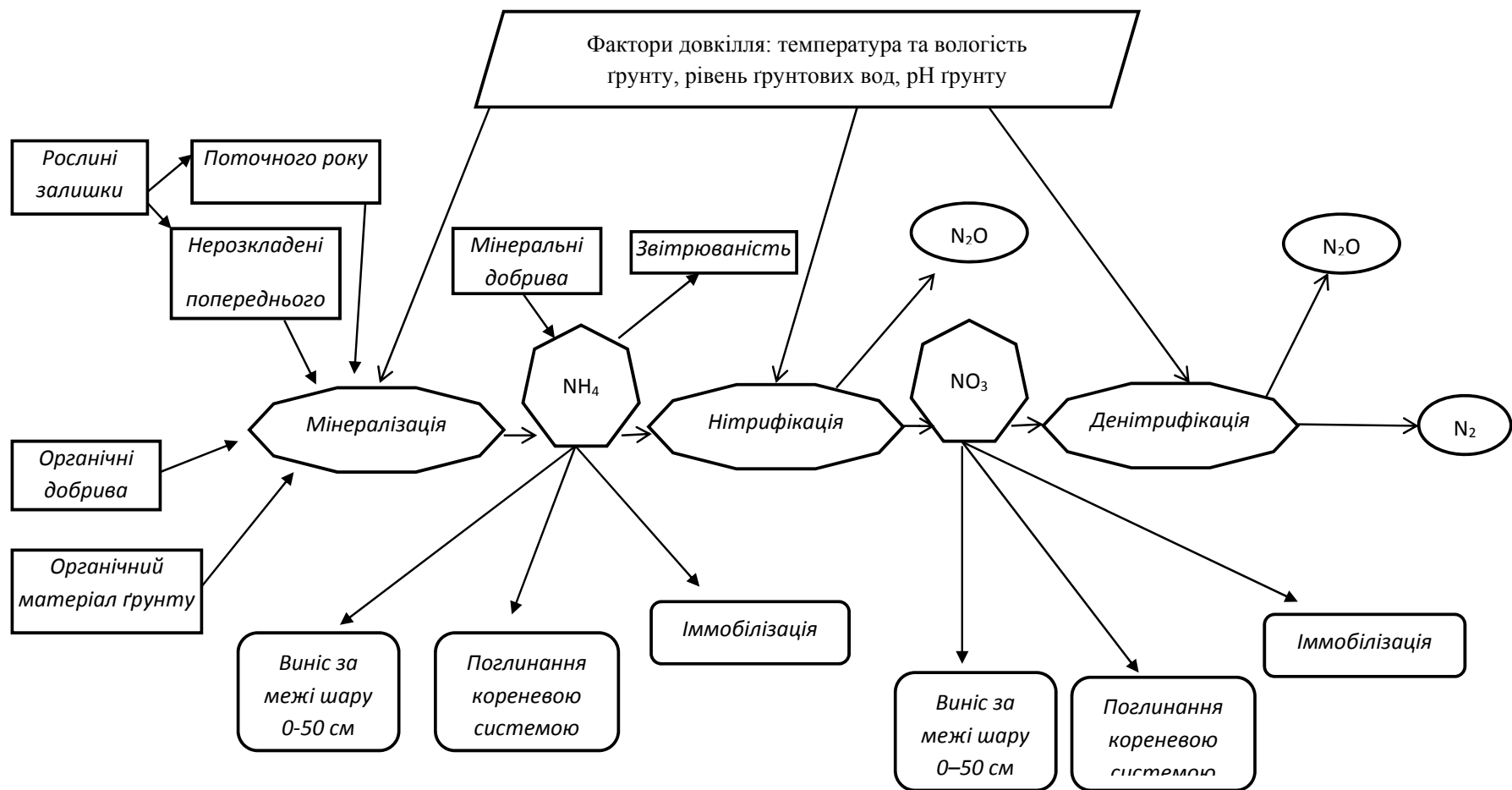
Азотний блок моделі (мал. 3) розглядає зв'язок вмісту азоту в ґрунті з розкладанням органічного матеріалу ґрунту зі стійким співвідношенням C:N для кожного пулу, яке підтримується в процесі мінералізації або іммобілізації. При розкладанні виділяється  $\text{NH}_4$ , який у процесі нітрифікації перетворюється на  $\text{NO}_3$ , а згодом – у процесі денітрифікації – на  $\text{N}_2\text{O}$  та  $\text{N}_2$ . У цьому блоці також розглядається вплив факторів довкілля (температури повітря та ґрунту, вологості ґрунту, pH ґрунту) на інтенсивність процесів мінералізації, нітрифікації та денітрифікації. У процесі нітрифікації та денітрифікації спостерігається емісія  $\text{N}_2\text{O}$  та  $\text{N}_2$ . Азотний блок (мал. 3) охоплює моделювання основних процесів трансформації форм азоту під впливом факторів навколишнього середовища. Такі процеси включають амоніфікацію, нітрифікацію, денітрифікацію, іммобілізацію, поглинання азоту кореневою системою рослин, винос нітратів за межі шару ґрунту 0 – 50 см під час інфільтрації вологи, емісія  $\text{N}_2\text{O}$  при нітрифікації та денітрифікації.

**Алгоритм моделі** динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-Model) складається з вхідної інформації, розрахункових формул та вихідної інформації.

*Вхідна інформація* моделі включає три типи інформації:

Перший тип – *Характеристика ділянки* (поля) з органічним ґрунтом, що охоплює сумарний вміст вуглецю у ґрунті; процент глини у ґрунті; кількість внесених органічних добрив; кількість внесеного азоту з мінеральними добривами; початкові дані про вміст амонію; агрогідрологічні характеристики ґрунту.

Другий тип – *Рослинність*, що містить інформацію про тип природної рослинності; сільськогосподарську культуру на ділянці; номер першого місяця вегетації природної рослинності (сільськогосподарської культури); кількість місяців вегетації природної рослинності (сільськогосподарської культури); масу надземної частини природної рослинності; кількість кущів або дерев верби в розрахунку на 1 га; урожай основної продукції сільськогосподарської культури.



Мал. 3. Азотний блок моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-model)

Третій тип – *Щомісячна інформація*: температура та відносна вологість повітря; рівень ґрунтових вод; сума опадів; кількість днів у кожному місяці; умовна величина, яка показує номер місяцю року; умовна величина, яка показує кількість декад у кожному місяці, коли рівень ґрунтових вод був на глибині 20 см та менше; умовна величина, яка показує наявність вегетації природної рослинності, сільськогосподарської культури у кожному місяці.

**Розрахункові формули** охоплюють розрахунок всіх змінних стану моделі. Розрахунок запасів вологи у ґрунті (рівняння 1 Алгоритму) виконується за залежністю запасів вологи у ґрунті від рівня ґрунтових вод, отриманою на основі матеріалів В.Ф. Шебеко (1970) [6]. Випаровуваність розраховується за формулою М.М. Іванова (1954) [2], а інфільтрація оцінюється за спрощеним рівнянням водного балансу.

Температура ґрунту (рівняння 2 Алгоритму) на глибині 20 см розраховується за допомогою регресійних рівнянь для переходу від температури повітря до температури ґрунту, отриманих на основі матеріалів О.М. Шульгіна (1972) [7] та В.Н. Адаменко (1979)[1].

Передбачається розрахунок коефіцієнтів базових та допоміжних рівнянь за методом J. Smith et al. (2010) [18] для розрахунку розкладу органічного матеріалу рослинних залишків і викидів метану (рівняння 3), нітрифікації (рівняння 4) та денітрифікації (рівняння 5).

На основі матеріалів проекту «Скорочення викидів парникових газів шляхом відновлення та сталого управління торф'яними болотами в Україні»<sup>14</sup> встановлені розрахункові формули (рівняння 6) для розрахунку рослинних залишків для природної рослинності, що охоплюють вологі луки з домінуванням *Deschampsia caespitosa*, вологі луки з домінуванням *Molinia caerulea*, угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин *Cyperaceae* та *Juncaceae*, угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок, угруповання високих купинних осок, зарості високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогоз), та вербу віком до 7 років, 8–10 років, 10–12 років і більше 12 років.

Для розрахунку рослинних залишків набору сільськогосподарських культур використовуються регресійні рівняння (рівняння 7), запропоновані в роботі Новікова А.А. (2012) [4].

---

<sup>14</sup> Проект фінансувався урядом Федеративної Республіки Німеччина через Німецький банк реконструкції та розвитку (KfW Entwicklungsbank) у рамках міжнародної ініціативи щодо адаптації до змін клімату Міністерства довкілля, збереження природних ресурсів та ядерної безпеки (BMU, Німеччина). Проект впроваджувався Українським товариством охорони птахів (USPB – BirdLife Ukraine) у партнерстві із Королівським товариством охорони птахів (RSPB, Велика Британія) та Фондацією Міхаеля Зуккова (Німеччина) за підтримки Міністерства навколишнього середовища України та Національного агентства екологічних інвестицій у 2012-2013 рр. Наукова робота в рамках проекту здійснена під керівництвом Микитюка О.Ю.

На основі роботи Польового А.Н. (1983) [5] запропонована система рівнянь (рівняння 8), що дозволяє розділити рослинні залишки за місяцями вегетації природної рослинності або сільськогосподарської культури.

Відповідно до роботи J. Smith et al. (2010) [18] розраховується розкладання та подальша динаміка мінералізації органічного матеріалу нерозкладених рослинних залишків попереднього року, рослинних залишків поточного року, органічного матеріалу ґрунту та органічного матеріалу органічних добрив (рівняння 9 – 19), утворення вуглецю та амонію, продукування  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  в процесі мінералізації органічного матеріалу (рівняння 21 – 36).

Розраховується відношення C/N для органічного матеріалу рослинних залишків, органічного матеріалу ґрунту та органічного матеріалу органічних добрив і сумарного значення для всієї системи (рівняння 37).

На основі роботи Parton W.J., Mosier A.R. et al. (1996) [14] виконується розрахунок нітрифікації, денітрифікації та викидів  $\text{N}_2\text{O}$ , NO,  $\text{N}_2$  під час протікання згаданих процесів (рівняння 38 – 39), оцінено звітрюваність амонію при внесенні органічних та мінеральних добрив (рівняння 40).

Проводиться розрахунок виносу нітратів (рівняння 41) за межі шару ґрунту 0 – 50 см за рахунок інфільтрації води у нижчі шари ґрунту. Виконуються розрахунки іммобілізації азоту (рівняння 42). Поглинання азоту кореневою системою рослин (рівняння 43) розраховується з урахуванням фактичної урожайності сільськогосподарської культури.

Рівняння балансу амонію та нітратів у ґрунті (рівняння 44) містить всі складові приходу та розходу цих форм азоту в ґрунті.

*Розрахунок сумарної за рік емісії парникових газів виконується наступним чином:*

- емісія  $\text{CO}_2$  за допомогою рівняння (36);
- емісія  $\text{CH}_4$  за допомогою рівняння (46);
- емісія  $\text{N}_2\text{O}$  за допомогою рівняння (47).

*Вихідна інформація* включає щомісячні значення емісії  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  з ділянки з органічним ґрунтом, поля сільськогосподарської культури, розміщеної на торф'яному ґрунті, та сумарну кількість емісії  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  і  $\text{N}_2\text{O}$  за рік.

## Література

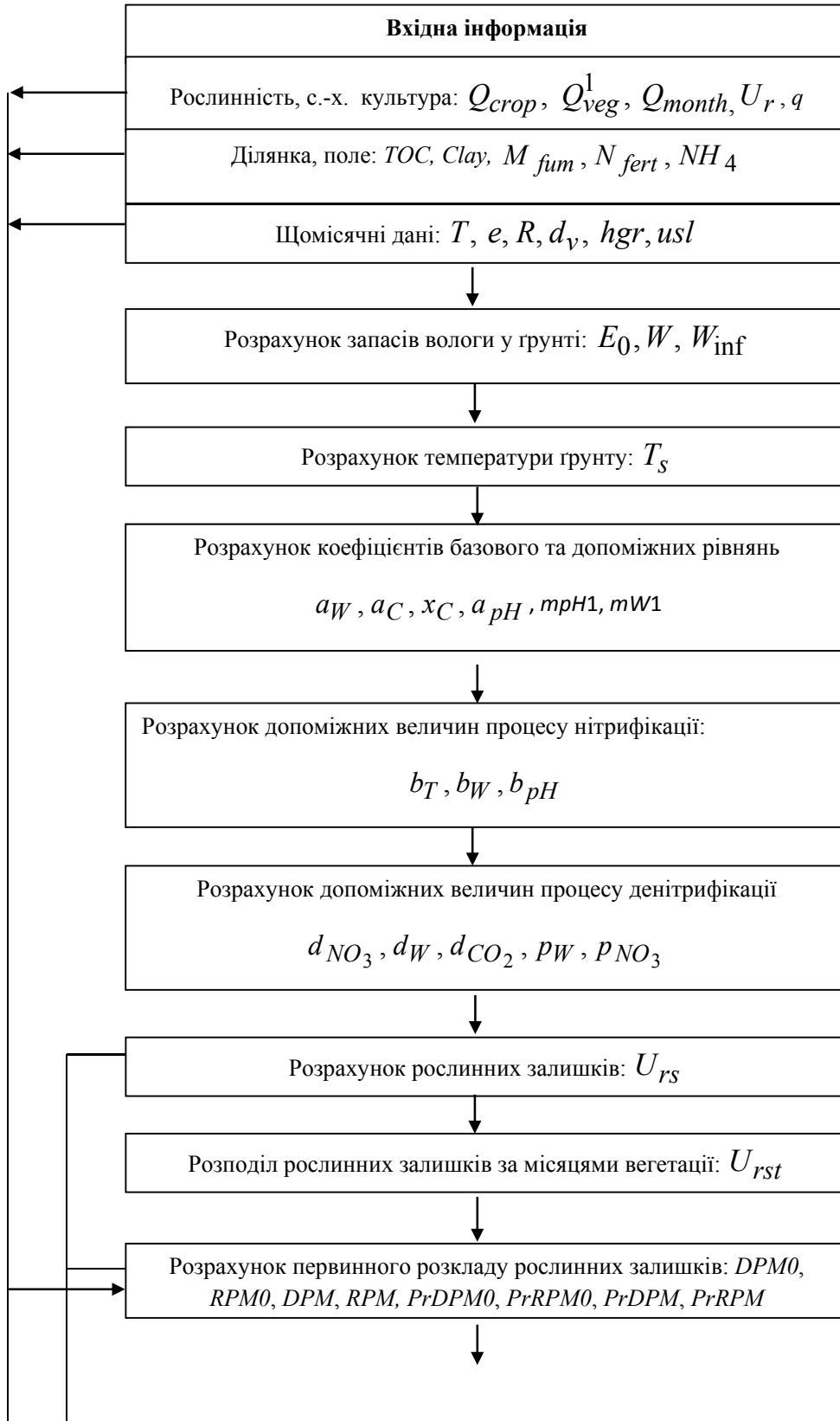
1. Адаменко В.Н. Мелиоративная микроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 183 с.
2. Иванов Н.Н. Об определении величин испаряемости //Известия ВГО, 1954. – Т. 86. – № 2.
3. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. /Под ред. В.Н. Кудеярова. – М.: Наука, 2007. – 380 с.
4. Новиков А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах //Научный журнал Куб. ГАУ, 2012. – № 78 (04). – С. 1-10.
5. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
6. Шебеко В.Ф. Расчеты режима увлажнения при проектировании осушения заболоченных территорий //В сб.: Увлажнение осушаемых земель. – М.: Колос, 1974. – С. 8-13.
7. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 320 с.
8. Bradbury, N.J., A.P. Whitmore, P.B.S. Hart & D.S. Jenkinson. Modelling the fate of nitrogen in crop and soil in the years following the application of  $^{15}\text{N}$ -labelled fertilizer to winter wheat //Journal of Agricultural Science (Cambs), 1993 - 121:363-379.
9. Coleman K, Jenkinson DS. RothC-26.3 - A model the turnover of carbon in soil. In: Powlson DS, Smith P, Smith JU (ed) Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets // NATO ASI Series I, 1996., vol. 38. Springer, Berlin, pp 237–246.
10. Jenkinson, D.C., and J.H. Rayner. The turnover of soil organic matter in some of the Rosamsted classical experiments//Soil Sci, 1977 – 123:298-305.
11. Komarov A.S., Chertov O.Q. et al. EFIMOOD-2 – The system of simulation models of forest growth and elements cycles in forest ecosystems // Ecol. Modeling, 2003. – V. 170. – P. 373-392.
12. Luo G.J., Bruggemann N. et al. Decadal variability of soil  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{CH}_4$  fluxes at the Hoglewald forest Germany //Biogeosciences. – 2012. – V. 9. – P. 1741-1763.
13. Morishita T., Matsuura Y. et al.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes from a larch forest soil in Central Siberia. Symptom of environmental change in Siberia Permafrost Region //Ed. Hatano R. Hokkaido University Press – Sapporo: 2006. – P.1-9.
14. Parton W.J. Mosier A.R. et al. Generalized model for  $\text{N}_2$  and  $\text{N}_2\text{O}$  production from nitrification and denitrification //GLOBAL BIOGEOCHEMIC CYCLES, 1996. –V. 10. – NO. 3. – P. 401-412.

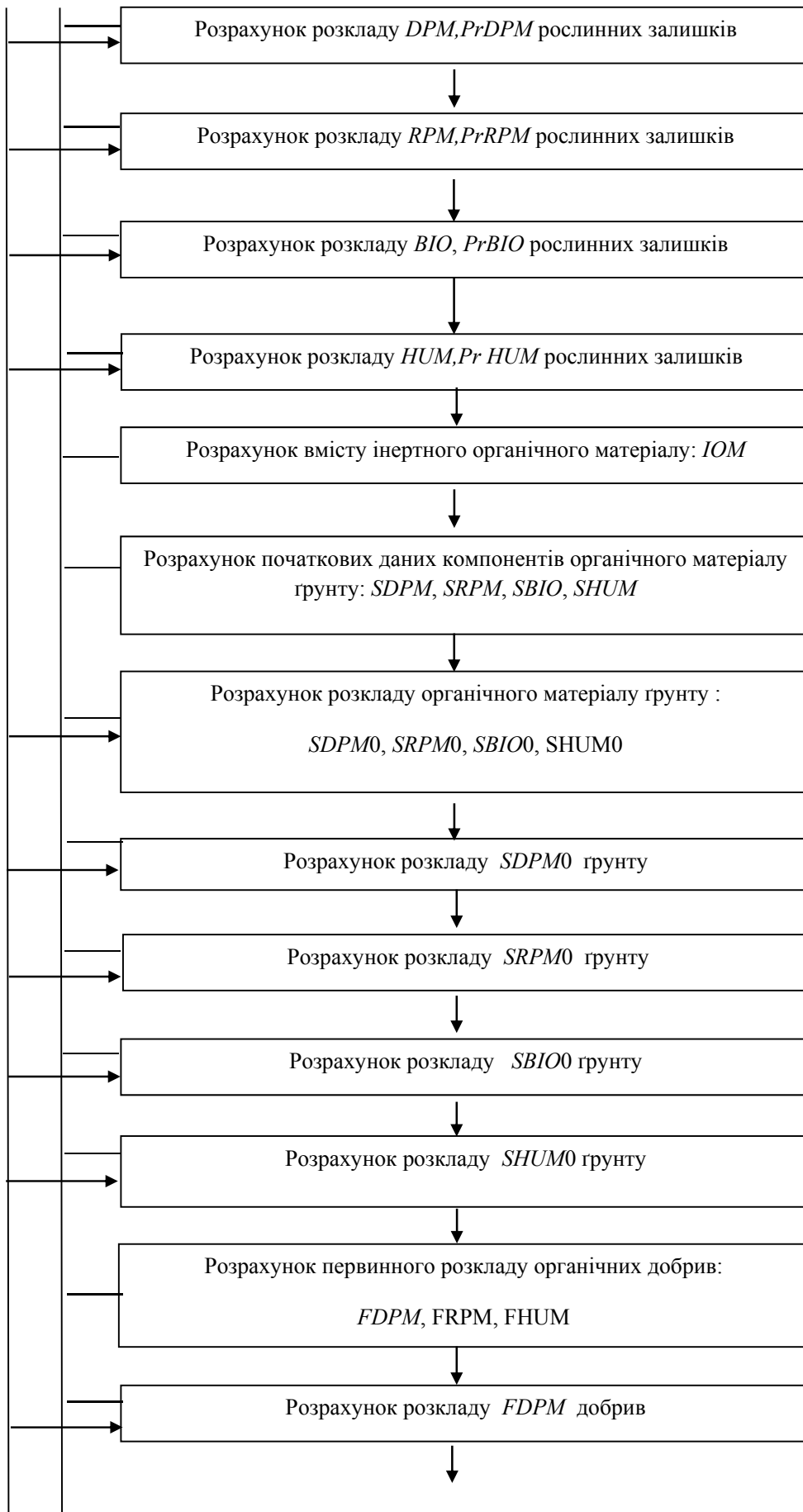


15. Pihlatie M., Pumpanen J. et al. Gas concentration driven fluxes of nitrous oxide and carbon dioxide in boreal forest soil. //Journal compilation, 2007. – B. 59. – P. 458-469.
16. Qusman A.J., Marino M.A. Analytical modeling of nitrogen dynamics in soils and ground water. //Journal of irrigation and drainage. November-December. 1999. – P. 330-337.
17. Smith, J.U., Bradbury, N.J. & Addiscott, T.M. () SUNDIAL: A PC-based system for simulating nitrogen dynamics in arable land //Agronomy Journal, 1996 - **88**:38-43
18. Smith J., Gottschalk P., Bellarby J. Model to Estimate Carbon in Organic Soils – Sequestration and Emissions (ECOSSE). //Institute of Biological and Environmental Sciences. Aberden. Scotland. 2010. – 73 p.
19. Van Huissteden, J., Van den Bos, M., and Martcorena-Alvarez, I., 2006, Modelling the effect of water-table management on CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> fluxes from peat soils, Neth. J. Geosci., 85, 3-18.
20. Van den Bos, R.M., van Huissteden, J. et. al. A Model based assessment of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> fluxes in coastal peatlands (western Netherlands) for different climate and management scenarios. //In: Van den Bos, R.M.: Human influence on carbon fluxes in coastal peatlands; process analysis, quantification and prediction. – Thesis, Vrije Universiteit (Amsterdam). 2003.
21. Walter B.P., and Heimann M.A process-based, climate-sensitive model to derive CH<sub>4</sub> emissions from natural wetlands: Application to five wetland sites, sensitivity to model parameters, and climate //Global Biogeochem. – 2000. – N 14. – P. 745-765.

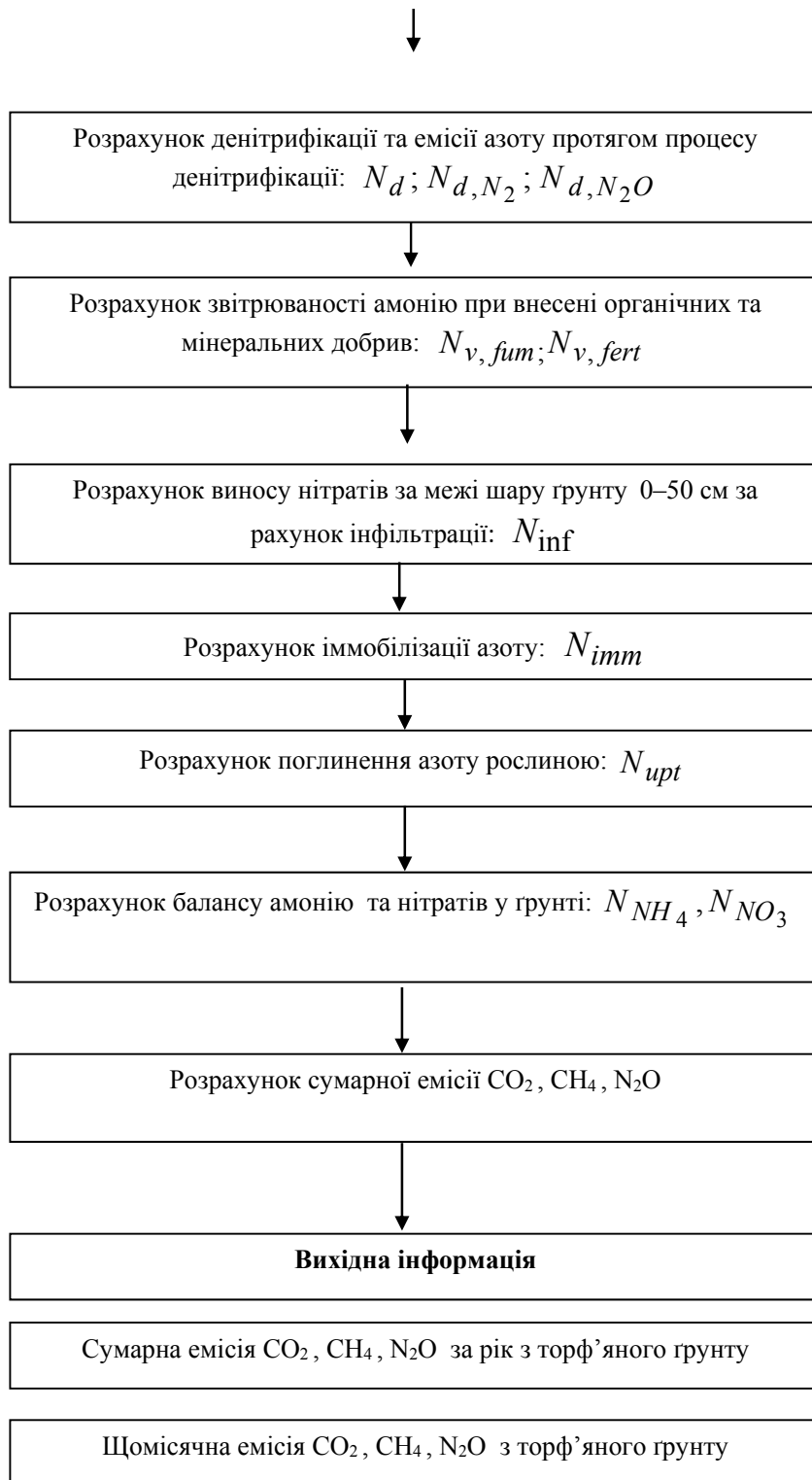
### 3. БЛОК-СХЕМА

алгоритму моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах)  
і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів  
(Peat-GHG-Model)









#### 4. АЛГОРИТМ

##### моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-Model)

Вхідна інформація:

– *Характеристика ділянки (поля) з органічним ґрунтом:*

1. Сумарний вміст вуглецю у ґрунті –  $TOC$ .
2. Процент глини у ґрунті –  $Clay$ .
3. Кількість внесених органічних добрив –  $M_{fum}$ .
4. Кількість внесеного азоту з мінеральними добривами  $N_{fert}$ .
5. Початкові дані про вміст амонію  $NM_4$  у ґрунті.
6. Агрогідрологічні характеристики ґрунту:  $W_f, W_i, W_s, W_{wp}$ .

– *Рослинність:*

1. Тип природної рослинності –  $q$ .
2. Сільськогосподарська культура на ділянці –  $Q_{crop}$ .
3. Номер першого місяця вегетації природної рослинності (сільськогосподарської культури) –  $Q'_{veg}$ .
4. Кількість місяців вегетації природної рослинності (сільськогосподарської культури) –  $Q_{month}$ .
5. Маса надземної частини природної рослинності –  $M_{nat}$ .
6. Кількість кущів або дерев верби в розрахунку на 1 га –  $M_q$ .
7. Урожай основної продукції сільськогосподарської культури –  $U_r$ .

– *Щомісячна інформація:*

1. Температура повітря –  $T$ .
2. Рівень ґрунтових вод –  $hgr$ .
3. Відносна вологість повітря –  $O_{tww}$ .
4. Сума опадів –  $R$ .
5. Кількість днів у кожному місяці –  $dv$ .
6. Умовна величина, яка показує номер місяцю року –  $usl2$ .
7. Умовна величина, яка показує кількість декад у кожному місяці, коли рівень ґрунтових вод був на глибині 20 см та менше –  $usl3$ .
8. Умовна величина, яка показує наявність вегетації природної рослинності, сільськогосподарської культури у кожному місяці –  $usl4$ .

1. Водний блок, розрахунок запасів води у ґрунті:

$$E_0(j) = dv(j) [(0,0018 \cdot T(j) + 25)^2 \cdot (100 - O_{tww}(j))] / 30;$$

$$W(j) = (-1,56 hgr(j) + 452,32) \cdot (W_f / 440) - W_{wp};$$

$$W_{inf}(j) = R(j) - E_0(j) - W_f.$$

2. Розрахунок температури ґрунту на глибині 20 см:

$$\text{якщо } j = 1, \text{ то } Ts(j) = T(j) + 2,7;$$

$$\text{якщо } j = 2, \text{ то } Ts(j) = T(j) + 0,74;$$

$$\text{якщо } j = 3, \text{ то } Ts(j) = T(j) - 0,6;$$

$$\text{якщо } j = 4, \text{ то } Ts(j) = T(j) + 1,9;$$

$$\text{якщо } j = 5, \text{ то } Ts(j) = T(j) + 4,4;$$

$$\text{якщо } j = 6, \text{ то } Ts(j) = T(j) + 4,2;$$

якщо  $j = 7$ , то  $T_s(j) = T(j) + 3,1$ ;

якщо  $j = 8$ , то  $T_s(j) = T(j) + 2,8$ ;

якщо  $j = 9$ , то  $T_s(j) = T(j) + 2,1$ ;

якщо  $j = 10$ , то  $T_s(j) = T(j) + 2,2$ ;

якщо  $j = 11$ , то  $T_s(j) = T(j) + 4,5$ ;

якщо  $j = 12$ , то  $T_s(j) = T(j) + 3,1$ .

3. Розрахунок коефіцієнтів базового та допоміжних рівнянь для розрахунку

розкладу органічного матеріалу рослинних залишків та викидів метану:

$$a_W(j) = c_2 \cdot \exp\{[c_1(W(j) - W_i)] - 1\};$$

$$c_2 = \frac{1}{\exp\{[0,5(W_s - W_i)] - 1\}};$$

$$a_C(j) = \frac{47,9}{1 + \exp\left(\frac{106}{T_s(j)} + 18,3\right)};$$

$$a_{pH} [1,0^{1/c_4} + \exp(c_3 \cdot pH)]^{c_4};$$

$$x_C = 1,67[1,85 + 1,60 \cdot \exp(-0,0786 \cdot Clay)];$$

$$rE = 1/x_C;$$

$$rW1(j) = W(j)/W_f, \text{ якщо } W(j) < W_f, \text{ òî } W1(j) = 0;$$

$$\begin{aligned} \text{якщо } W(j) > W_f, \text{ то } mW1(j) = & 381,2 \cdot rW1(j)^4 - 1643,3 \cdot rW1(j)^3 + \\ & + 2658,9 \cdot rW1(j)^2 - 1913,0 \cdot rW1(j) + 516,21; \end{aligned}$$

$$\text{якщо } W(j) > W_s, \text{ то } mW1(j) = 1;$$



$$mpH1(j) = ((1,0^{1/(-50)} + \exp(-1,0 \cdot \text{pH}))^{-50} \quad ;$$

$$mt1(j) = 47,9 / (1 + \exp(125 / (Ts(j) + 18,3))) .$$

4. Розрахунок допоміжних величин базового рівняння, яке описує процес нітрифікації:

$$b_T(j) = \frac{47,9}{1 + \exp[106 / T(j)] + 18,3} ;$$

$$b_W(j) = 1 - \frac{[(1 - 0,2)(W_f - W(j) - W_i)]}{W_f - W_i} ;$$

якщо  $[W_f - W(j)] > W_i$ , то  $b_W = 1$  при  $W(j) > W_f$ ;

$$b_W(j) = 1 - \frac{[(1 - 0,2)(W(j) - W_f)]}{W_s - W_f} ;$$

$$b_{\text{pH}} = 0,56 + \frac{3,14}{\ln[3,14 \cdot 0,45(\text{pH} - 5)]} .$$

5. Розрахунок допоміжних величин базового рівняння, яке описує процес денітрифікації:

$$d_{NO_3} = \frac{N_{NO_3}}{[(3,3 \cdot 5) + (N_{NO_3})]} ;$$

$$d_W(j) = \left[ \frac{\frac{W(j)}{W_f} - 0,62}{0,38} \right] \cdot 1,74 ;$$

$$d_{CO_2} = 0,005 \cdot C_{CO_2} ;$$

$$p_W(j) = p_{W_{N_2, f}} \cdot \frac{W(j)}{W_f};$$

$$p_{NO_3}(j) = 1 - \frac{N_{NO_3}}{N_d(j) \cdot d_0}.$$

6. Розрахунок рослинних залишків для природної рослинності:

1) вологі луки з домінуванням *Deschampsia caespitosa*,

$$\text{якщо } q = 1, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q1} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q1}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q1};$$

2) вологі луки з домінуванням *Molinia caerulea*,

$$\text{якщо } q = 2, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q2} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q2}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q2};$$

3) угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин *Cyperaceae* та *Juncaceae*,

$$\text{якщо } q = 3, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q3} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q3}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q3};$$

4) угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок,

$$\text{якщо } q = 4, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q4} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q4}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q4};$$

5) угруповання високих купинних осок,

$$\text{якщо } q = 5, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q5} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q5}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q5};$$

6) зарості високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогуз),

$$\text{якщо } q = 6, \text{ то } U_{rs} = sh_{mrt}^{q6} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q6}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q6};$$

7) верба віком до 7 років, якщо  $q = 7$ , то

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,311 \cdot \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 6,067 \right) + \left( 0,220 \cdot \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 47,333 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q;$$

8) верба віком 8–10 років, якщо  $q = 8$ , то

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,289 \cdot \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 37,241 \right) + \left( 0,180 \cdot \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 71,401 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q;$$

9) верба віком 10–12 років, якщо  $q = 9$ , то

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,097 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 339,250 \right) + \left( 0,061 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 662,6 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q;$$

10) верба віком більше 12 років, якщо  $q = 10$ , то

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,106 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 91,386 \right) + \left( 0,132 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 1885,6 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q.$$

7. Розрахунок рослинних залишків для

озимої пшениці: якщо  $Q_{crop} = 1$ , то  $U_{rs} = 0,48 \cdot U_r + 2,0$ ;

ячменю: якщо  $Q_{crop} = 2$ , то  $U_{rs} = 0,21 \cdot U_r + 1,7$ ;

гороху: якщо  $Q_{crop} = 3$ , то  $U_{rs} = 0,29 \cdot U_r + 0,9$ ;

кукурудзи на зерно: якщо  $Q_{crop} = 4$ , то  $U_{rs} = 0,47 \cdot U_r + 1,4$ ;

кукурудзи на силос: якщо  $Q_{crop} = 5$ , то  $U_{rs} = 0,10 \cdot U_r + 0,6$ ;

соняшника: якщо  $Q_{crop} = 6$ , то  $U_{rs} = 0,40 \cdot U_r + 3,8$ ;

люцерни на сіно: якщо  $Q_{crop} = 7$ , то  $U_{rs} = 0,37 \cdot U_r + 2,93$ .

8. Розрахунок розподілу рослинних залишків по місяцях вегетації:

Якщо  $usl1 = 1$  та  $j = Q_{veg}^1$ , то

$$U_{rst}(j) = U_{rs} \left\{ \left( 2,3026 \cdot \frac{2}{Q_{month}} \cdot 10^{\left[ \left( 2 - \frac{2}{Q_{month}} \right) \cdot (j - Q_{veg}^1) + 1 \right]} \right) \right\} : \left\{ \left( 1 + 10^{\left[ \left( 2 - \frac{2}{Q_{month}} \right) \cdot (j - Q_{veg}^1) + 1 \right]} \right) \right\}^2 ,$$

якщо  $j < Q_{veg}^1$ , то  $U_{rst}(j) = 0$ ;

якщо  $j > Q_{veg}^1 + Q_{month}$ , то  $U_{rst}(j) = 0$ ;

якщо  $j - Q_{month} + Q_{veg}^1 - 1$ , то  $U_{rst}^j = 0$ .

9. Розрахунок первинного розкладу рослинних залишків на  $DPM$  і  $RPM$ :

$$DPM0(j) = 0,59 \cdot U_{rst}(j);$$

$$RPM0(j) = 0,41 \cdot U_{rst}(j);$$

$$DPM(j) = DPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 10,0 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j)$$

$$RPM(j) = RPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,3 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j).$$

10. Розрахунок розкладу  $DPM(j)$  рослинних залишків:

$$DBIO(j) = DPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$DHUM(j) = DPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$DCO_2(j) = x_C \cdot [DBIO(j) + DHUM(j)];$$

$$CHBIO(j) = DBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHBIO(j) = 0$ ;

$$CHHUM(j) = DHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHHUM(j) = 0$ .

11. Розрахунок розкладу  $RPM(j)$  рослинних залишків:

$$BIO1(j) = RPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM1(j) = RPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R1CO_2(j) = x_C \cdot [BIO1(j) + HUM1(j)];$$

$$CHBIO1(j) = BIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHBIO1(j) = 0$ ;

$$CHHUM1(j) = HUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHHUM1(j) = 0$ .

12. Розрахунок розкладу  $BIO1(j)$  рослинних залишків:

$$BIO2(j) = BIO1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM2(j) = BIO1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R2CO_2(j) = x_C \cdot [BIO2(j) + HUM2(j)];$$

$$CHBIO2(j) = BIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHBIO2(j) = 0$ ;

$$CHHUM2(j) = HUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHHUM2(j) = 0$ .

13. Розрахунок розкладу  $HUM1(j)$  рослинних залишків:

$$BIO3(j) = HUM1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM3(j) = HUM1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R3CO_2(j) = x_C \cdot [BIO3(j) + HUM3(j)];$$

$$CHBIO3(j) = BIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHBIO3(j) = 0$ ;

$$CHHUM3(j) = HUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHHUM3(j) = 0$ .

14. Розрахунок розкладу нерозкладених рослинних залишків попереднього року:

$$PRDPM0(j) = 0,59 \cdot LYMres ;$$

$$PRRPM0(j) = 0,41 \cdot LYMres ;$$

$$PRDPM(j) = PRDPM0(j) \cdot ((1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \times \\ \times 0,6 \cdot 10,0 \cdot 0,00278))) \cdot 0,3 ;$$

$$PRRPM(j) = PRRPM0(j) \cdot ((1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \times \\ \times 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,00278))) \cdot 0,05 .$$

15. Розрахунок розкладу  $PrDPM(j)$  нерозкладених рослинних залишків

попереднього року:

$$PRDBIO(j) = PRDPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,46 ;$$

$$PRDHUM(j) = PRDPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54 ;$$

$$PRDCO2(j) = PRDPM(j) - (PRDBIO(j) + PRDHUM(j)) ;$$

$$PCHBIO(j) = PRDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $PCHBIO(j) = 0$  ;

$$PCHHUM(j) = PRDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $PCHHUM(j) = 0$  .

16. Розрахунок розкладу  $PrRPM(j)$  нерозкладених рослинних залишків

попереднього року:

$$PRBIO1(j) = PRRPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,45 ;$$

$$PRHUM1(j) = PRRPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54 ;$$

$$PRR1CO(j) = PRRPM(j) - (PRBIO1(j) + PRHUM1(j)) ;$$

$$PCHB1(j) = PRBIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $PCHB1(j) = 0$  ;

$$PCHH1(j) = PRHUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $PCHH1(j) = 0$  .

17. Розкладання  $PRDBIO(j)$  нерозкладених рослинних залишків

попереднього року:

$$PRBIO2(j) = PRDBIO(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,46;$$

$$PRHUM2(j) = PRDBIO(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54;$$

$$PRR2CO(j) = PRDBIO(j) - (PRBIO2(j) + PRHUM2(j));$$

$$PCHB2(j) = PRBIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $PCHB2(j) = 0$ ;

$$PCHH2(j) = PRHUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $PCHH2(j) = 0$ .

18. Розкладання  $PrHUM1(j)$  нерозкладених рослинних залишків

попереднього року:

$$PRHUM3(j) = PRHUM1(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54;$$

$$PRR3CO(j) = PRHUM1(j) - (PRBIO3(j) + PRHUM3(j));$$

$$PCHB3(j) = PRBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$  то  $PCHB3(j) = 0$ ;

$$PCHH3(j) = PRHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$



якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $PCHH3(j) = 0$ .

19. Сумарне розкладання всіх компонентів (поточного і попереднього років) рослинних залишків та швидкості мінералізації:

$$BIO_{rst}(j) = (DBIO(j) + (PRDBIO(j) + BIO1(j) + PRBIO1(j) + BIO2(j) + PRBIO2(j) + BIO3(j) + PRBIO3(j)) \cdot 30 ;$$

$$HUM_{rst}(j) = (DHUM(j) + PRDHUM(j) + HUM1(j) + PRHUM1(j) + HUM2(j) + PRHUM2(j) + HUM3(j) + PRHUM3(j)) \cdot 30 ;$$

$$SMCrst(j) = BIO_{rst}(j) + HUM_{rst}(j) ;$$

$$SMNrst(j) = SMCrst(j) / rnitr(3) \cdot 1000 \cdot 30 ;$$

$$CO2_{rst}(j) = (DCO2(j) + R1CO2(j) + R2CO2(j) + R3CO(j)) \cdot 30 ;$$

$$PRCO_{rs}(j) = (PRDCO2(j) + PRR1CO(j) + R2CO2(j) + PRR2CO(j) + PRR3CO(j)) \cdot 30 ;$$

$$PRSMCO = PRSMCO + PRCO_{rs}(j) ;$$

$$CHBI_{rs}(j) = CHBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 ;$$

$$CHHU_{rs}(j) = CHHUM(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM1(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM2(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM3(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHHUM(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH1(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH2(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH3(j) \cdot usB(j) \cdot 10 ;$$

$$CHrst(j) = CHBI_{rs}(j) + CHHU_{rs}(j) ;$$

$$SMCHrs = SMCHrs + CHrst(j) ;$$

$$SMC_{rst}(j) = DBIO(j) + BIO1(j) + BIO2(j) + BIO3(j) + DHUM(j) + HUM1(j) + HUM2(j) + HUM3(j) ;$$

$$TSMC_{rst} = \sum_{j=1}^n SMC_{rst}(j).$$

20. Розрахунок вмісту інертного органічного матеріалу ґрунту:

$$IOM = 0,049 \cdot TOC^{1,139}.$$

21. Розрахунок початкових даних компонентів органічного матеріалу ґрунту:

$$SDPM = k_{DPM} \cdot TOC;$$

$$SRPM = k_{RPM} \cdot TOC;$$

$$SBIO = k_{BIO} \cdot TOC;$$

$$SHUM = k_{HUM} \cdot TOC.$$

22. Розрахунок розкладу органічного матеріалу ґрунту:

$$SDPM0(j) = SDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 10,0 \cdot 0,08333);$$

$$SRPM0(j) = SRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,3 \cdot 0,08333);$$

$$SBIO0(j) = SBIO \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SHUM0(j) = SHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333).$$

23. Розрахунок розкладу  $SDPM0(j)$  ґрунту:

$$SDBIO(j) = SDPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SDHUM(j) = SDPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$SDCO_2(j) = x_C \cdot [SDBIO(j) + DHUM(j)];$$

$$HSBIO0(j) = SBIO0(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $HSBIO0(j) = 0$  ;

$$HHUMO0(j) = SHUM0(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $HHUMO0(j) = 0$  .

24. Розрахунок розкладу  $SRPM0(j)$  ґрунту:

$$SBIO1(j) = SRPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SHUM1(j) = SRPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$SRICO_2(j) = x_C \cdot [SBIO1(j) + SHUM1(j)];$$

$$HSBIO(j) = SDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $HSBIO(j) = 0$  ;

$$HHUM0(j) = SDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $HHUM0(j) = 0$  .

25. Розрахунок розкладу  $SBIO0(j)$  ґрунту:

$$SBIO2(j) = SBIO0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SHUM2(j) = SBIO0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$SR2CO_2(j) = x_C \cdot [SBIO2(j) + SHUM2(j)];$$

$$HSBIO2(j) = SBIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $HSBIO2(j) = 0$ ;

$$HHUM2(j) = SHUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $HHUM2(j) = 0$ .

26. Розрахунок розкладу  $SHUM0(j)$  ґрунту:

$$SBIO3(j) = SHUM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SHUM3(j) = SHUM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$SR3CO_2(j) = x_C \cdot [SBIO3(j) + SHUM3(j)];$$

$$HSBIO3(j) = SBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $HSBIO3(j) = 0$ ;

$$HHUM3(j) = SHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $HHUM3(j) = 0$ .

27. Розрахунок первинного розкладу внесених органічних добрив:

$$FDPM = 0,49 \cdot M_{fum};$$

$$FRPM = 0,49 \cdot M_{fum};$$

$$FHUM = 0,02 \cdot M_{fum}.$$

28. Розрахунок розкладу *FDPM* добив:

$$FDBIO(j) = FDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$FDHUM(j) = FDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$FDCO_2(j) = x_C \cdot [FDBIO(j) + FDHUM(j)];$$

$$CHFBI0(j) = FDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))),$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHFBI0(j) = 0$ ;

$$CHFHU0(j) = FDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))),$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHFHU0(j) = 0$ .

29. Розрахунок розкладу *FRPM* добив:

$$FBIO1(j) = FRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$FHUM1(j) = FRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$FRICO_2(j) = x_C \cdot [FBIO1(j) + FHUM1(j)];$$

$$CHFBI1(j) = FBIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))),$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHFBI1(j) = 0$ ;

$$CHFHU1(j) = FHUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))),$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHFHU1(j) = 0$ .

30. Розрахунок розкладу  $FHUM$  добрив:

$$FBIO3(j) = FHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$FHUM3(j) = FHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$FR3CO_2(j) = x_C \cdot [FBIO3(j) + FHUM3(j)];$$

$$CHFBI3(j) = FBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $hgr(j) > 20\text{смм}$ , то  $CHFBI3(j) = 0$ ;

$$CHFHU3(j) = FHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

якщо  $if(hgr(j) > 20\text{смм})$ , то  $CHFHU3(j) = 0$ .

31. Розрахунок сумарної швидкості мінералізації рослинних залишків –

утворення амонію:

$$SMN_{rst}(j) = \frac{SMC_{rst}(j)}{CN_{rst}};$$

$$TSMN_{rst} = \sum_{i=1}^n SMN_{rst}(j).$$

32. Розрахунок сумарної швидкості розкладу органічного матеріалу ґрунту

– утворення вуглецю:

$$HUMsoi(j) = (SDHUM(j) + SHUM1(j) + SHUM2(j) + SHUM3(j)) \cdot 30;$$

$$SMCsoi(j) = BIOsoi(j) + HUMsoi(j);$$

$$SMN_{soil}(j) = SMC_{soil}(j) / (r_{nitr}(4) \cdot 1000) \cdot 30 ;$$

$$CO2_{soil}(j) = (SDCO(j) + sR1CO(j) + sR2CO(j) + sR3CO(j)) \cdot 30 ;$$

$$CHBIso(j) = HSBIO0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + HSBIO1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 ;$$

$$CHHUso(j) = HHUMO0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUMO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + HHUM1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUM2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUM3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 ;$$

$$CHsoil(j) = CHBIso(j) + CHHUso(j) ;$$

$$SMCHso = SMCHso + CHsoil(j) ;$$

$$SMC_{soil}(j) = SDBIO(j) + SBIO1(j) + SBIO2(j) + SBIO3(j) + \\ + SDHUM(j) + SHUM1(j) + SHUM2(j) + SHUM3(j) ;$$

$$TSMC_{soil} = \sum_{i=1}^n SMC_{soil}(j) .$$

33. Розрахунок сумарної швидкості мінералізації органічного матеріалу

грунту – утворення амонію:

$$SMN_{soil}(j) = \frac{SMC_{soil}(j)}{CN_{soil}} ;$$

$$TSMN_{soil} = \sum_{j=1}^n SMN_{soil}(j) .$$

34. Розрахунок сумарної швидкості розкладу органічного матеріалу

органічних добрив – утворення вуглецю:

$$BIOfum(j) = FDBIO(j) + FBIO1(j) + FBIO3(j) ;$$

$$HUMfum(j) = FDHUM(j) + FHUM1(j) + FHUM3(j) ;$$

$$SMC_{fum}(j) = BIO_{fum}(j) + HUM_{fum}(j);$$

$$SMN_{fum}(j) = SMC_{fum}(j) / rnitr(5) \cdot 1000;$$

$$CO2_{fum}(j) = (FDCO(j) + FR1CO(j) + FR3CO(j)) \cdot 30;$$

$$CHBI_{fum}(j) = CHFBI0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHFBI1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + CHFBI3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CHHU_{fum}(j) = CHFHU0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHFHU1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + CHFHU3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CH_{fum}(j) = CHBI_{fum}(j) + CHHU_{fum}(j);$$

$$SMCH_{fum} = SMCH_{fum} + CH_{fum}(j);$$

$$SMC_{fum}(j) = FDBIO(j) + FBIO1(j) + FBIO3(j) + \\ + FDHUM(j) + FHUM1(j) + FHUM3(j);$$

$$TSMC_{fum} = \sum_{j=1}^n SMC_{fum}(j).$$

35. Розрахунок сумарної швидкості мінералізації органічного матеріалу

органічних добрив – утворення амонію:

$$SMN_{fum}(j) = \frac{SMC_{fum}(j)}{CN_{fum}};$$

$$TSMN_{fum} = \sum_{i=1}^n SMN_{fum}(j).$$

36. Розрахунок сумарної кількості CO<sub>2</sub>, яка продукується в процесі

мінералізації рослинних залишків, органічного матеріалу ґрунту та

органічних добрив:



$$C_{CO_2}(j) = DCO_2(j) + R1CO_2(j) + R2\hat{N}_2 + R3CO_2(j) + \\ + SDCO_2(j) + SR1CO_2(j) + SR2CO_2(j) + SR3CO_2(j) + \\ + FDCO_2(j) + FR1CO_2(j) + FR3CO_2(j).$$

37. Розрахунок відношення C/N для різних компартментів:

$$CN_{rst} = TSMC_{rst} / TSMN_{rst};$$

$$CN_{soil} = TSNC_{soil} / TSMN_{soil};$$

$$CN_{fum} = TSMC_{fum} / TSMN_{fum};$$

$$CN_{sum} = \frac{TSMC_{rst} + TSMC_{soil} + TSMC_{fum}}{TSMN_{rst} + TSMN_{soil} + TSMN_{fum}}.$$

38. Розрахунок нітрифікації та емісії азоту протягом процесу нітрифікації:

$$N_n(j) = N_{NH_4} \cdot \exp(-0,6 \cdot b_T(j) \cdot b_W(j) \cdot b_{pH});$$

$$N_{n,N_2O}(j) = \left\{ \left( n_f \cdot \frac{W(j)}{W_f} \right) + [n_{gas}(1 - n_{NO})] \right\} N_n(j);$$

$$N_{n,NO}(j) = n_{gas} \cdot n_{NO} \cdot N_n(j).$$

39. Розрахунок денітрифікації та емісії азоту протягом процесу денітрифікації:

$$N_d(j) = d_{NO_3} \cdot d_W(j) \cdot d_{CO_2} \cdot N_{NO_3}(j);$$

$$N_{d,N_2}(j) = p_W \cdot p_{NO_3} \cdot N_d(j);$$

$$N_{d,N_2O}(j) = [1 - (p_W \cdot p_{NO_3})] N_d(j).$$

40. Розрахунок звітрюваності амонію при внесенні органічних та мінеральних добрив:

$$N_{v,fum} = Q_{v,fum} \cdot p_{NH_4,fum} \cdot W_{fum}, \quad \text{якщо} \quad R < R_{crit,v};$$

$$N_{v,fert} = (Q_{v,fert} \cdot p_{NH_4,fert} \cdot N_{fert}) + (Q_{v,as} \cdot p_{as,fert} \cdot N_{fert},$$

$$\text{якщо} \quad R < R_{crit,v}.$$

41. Розрахунок виносу нітратів за межі шару ґрунту 0–50 см за рахунок інфільтрації:

$$N_{inf}(f) = N_{NO_3}(j) \cdot \left[ 1 - \exp\left(-1,2 \frac{W_{inf}(j)}{10 \cdot \varepsilon_{soil}}\right) \right],$$

$$\text{якщо} \quad W_{inf}(j) = 0, \quad \text{то} \quad N_{inf}(j) = 0.$$

42. Розрахунок іммобілізації азоту:

$$N_{imm}(j) = - \frac{SMC_{rst}(j) + SMC_{soil}(j) + SMC_{fum}(j)}{CN_{sum}} - \frac{[SMC_{rst}(j) + SMC_{soil}(j) - SMC_{fum}(j)] \cdot E_{BIO}}{CN_{sum}}.$$

43. Розрахунок поглинення азоту рослиною:

$$N_{upt}(j) = U_r \cdot K_{N_{extr}} \cdot U_{rst}(j).$$

44. Баланс амонію та нітратів у ґрунті:

$$N_{NH_4}(j+1) = N_{NH_4}(j) + SMN_{rst}(j) + SMN_{soil}(j) + SMN_{fum}(j) + \\ + K_{fert,NH_4} \cdot N_{fert} - N_n(j) - K_{upt,NH_4} \cdot N_{upt}(j) - N_{n,N_2O}(j) - \\ - N_{n,NO}(j) - N_{v,fum} - N_{v,fert} - K_{imm,NH_4} \cdot N_{imm}(j);$$

$$N_{NO_3}(j+1) = N_{NO_3}(j) + N_n(j) - N_d(j) - K_{upt,NO_3} \cdot N_{upt}(j) - \\ - N_{d,N_2}(j) - N_{d,N_2O}(j) - N_{inf}(j) - K_{imm,NO_3} \cdot N_{imm}(j).$$

45. Накопичення вуглецю на ділянці (полі) та викиди CO<sub>2</sub>:

$$PolCO_2(j) = CO_2rst(j) + CO_2soi(j) + CO_2fum(j);$$

$$SmDCO = SmDCO + (DCO_2(j) + PRDCO_2(j)) \cdot 30;$$

$$SmR1CO = SmR1CO + (R1CO_2(j) + PRR1CO(j)) \cdot 30;$$

$$SmR2CO = SmR2CO + (R2CO_2(j) + PRR2CO(j)) \cdot 30;$$

$$SmR3CO = SmR3CO + (R3CO(j) + PRR3CO(j)) \cdot 30.$$

46. Розрахунок викидів метану за рік:

$$rastCH = rastCH + CHrst(j);$$

$$soilCH = soilCH + CHsoil(j);$$

$$fumCH = fumCH + CHfum(j);$$

$$SMCHPL = SMCHPL + rastCH + soilCH + fumCH.$$

47. Розрахунок сумарної емісії закису азоту:

$$TMN_{N_2O} = \sum_{j=1}^n N_{n,N_2O}(j) + \sum_{j=1}^n N_{d,N_2O}(j).$$

## СПИСОК

**коефіцієнтів, прийнятих в алгоритмі моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів (Peat-GHG-Model)**

№ п/ п	Індекс	Найменування	Розмір- ність	Значення
1	2	3	4	5
1	$a_w$	Коефіцієнт, який характеризує вплив вологості ґрунту на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	Розраховується
2	$a_{pH}$	Коефіцієнт, який характеризує вплив рН ґрунту на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	Розраховується
3	$b_T$	Коефіцієнт, який характеризує вплив температури повітря на процес нітрифікації	Безрозмірний	Розраховується
4	$b_w$	Коефіцієнт, який характеризує вплив вологості ґрунту на процес нітрифікації	Безрозмірний	Розраховується
5	$b_{pH}$	Коефіцієнт, який характеризує вплив рН ґрунту на процес нітрифікації	Безрозмірний	Розраховується
6	$c_1$	Коефіцієнт рівняння для розрахунку функції впливу вологості ґрунту на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	0,5
7	$c_2$	Коефіцієнт рівняння для розрахунку функції впливу вологості ґрунту на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	Розраховується
8	$c_3$	Коефіцієнт рівняння для розрахунку функції впливу рН на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	–1
9	$c_4$	Коефіцієнт рівняння для розрахунку функції впливу рН на декомпозицію органічного матеріалу	Безрозмірний	–50
10	$CN_{fum}$	Відношення C/N для органічного матеріалу добрив	Безрозмірний	6,5
11	$CN_{rst}$	Відношення C/N для рослинних залишків	Безрозмірний	25
12	$CN_{soil}$	Відношення C/N для органічного матеріалу ґрунту	Безрозмірний	25

13	$CN_{sum}$	Узагальнене відношення C/N	Безрозмірний	25
14	$d_W$	Коефіцієнт, який характеризує вплив вологості ґрунту на процес денітрифікації	Безрозмірний	Розраховується
15	$d_{CO_2}$	Коефіцієнт, який характеризує вплив кількості CO <sub>2</sub> , що продукується протягом мінералізації	Безрозмірний	Розраховується
16	$d_{NO_3}$	Коефіцієнт, який характеризує вплив рівня нітратів у ґрунті на процес денітрифікації	Безрозмірний	Розраховується
17	$E_{BIO}$	Коефіцієнт, який характеризує мікробіологічну активність	Безрозмірний	Розраховується
18	$K_{fert,NH_4}$	Доля амонію у внесених азотних добривах	Безрозмірна	0.5
19	$K_{fert,NO_3}$	Доля нітратів у внесених азотних добривах	Безрозмірна	0.5
1	2	3	4	5
20	$K_{imm,NH_4}$	Доля амонію у загальній кількості іммобілізованого азоту	Безрозмірна	0.6
21	$K_{imm,NO_3}$	Доля нітратів у загальній кількості іммобілізованого азоту	Безрозмірна	0.4
22	$K_{upt,NH_4}$	Доля амонію у поглиненому рослиною азоті	Безрозмірна	0.6
23	$K_{upt,NO_3}$	Доля нітратів у поглиненому рослиною азоті	Безрозмірна	0.4
24	$M_q$	Кількість кущів або дерев верби в розрахунку на 1 га	Штук	Задається
25	mpH1	Коефіцієнт, який характеризує вплив РН ґрунту на виділення метану	Безрозмірний	Розраховується
26	$n_f$	Доля N <sub>2</sub> O, яка продукується в процесі нітрифікації при найменшій вологомісткості ґрунту	Безрозмірна	0,2
27	$n_{NO}$	Доля від повної нітрифікації газоподібних втрат у вигляді NO	Безрозмірна	0,1
28	$n_{gas}$	Доля від повної нітрифікації, яка втрачена у вигляді газу	Безрозмірна	0,02
29	$p_W$	Функція впливу вологості ґрунту на емісію азоту у вигляді газу при денітрифікації	Безрозмірна	Розраховується

30	$p_{N_2f}$	Доля N <sub>2</sub> , яка продукується в процесі денітрифікації при найменшій вологомисткості ґрунту	Безрозмірна	0.5
31	$p_{NO_3}$	Функція впливу вмісту нітратів у ґрунту на емісію азоту у вигляді газу при денітрифікації	Безрозмірна	Розраховується
32	$p_{NH_4, fum}$	Доля амонію в органічних добривах (змінюється в залежності від типу добрив )	Безрозмірна	Задається
33	$Q_{v, fum}$	Коефіцієнт звітрюваності органічних добрив (змінюється в залежності від типу добрив)	Безрозмірна	Задається
34	$R_{crit, v}$	Критична кількість опадів, при якій починається звітрюваність амонію	мм	40
35	rW1	Коефіцієнт, який характеризує вплив вологості ґрунту на виділення метану	Безрозмірний	Розраховується
36	$r_{mrt}^q$	Доля відмерлих коренів верби різного віку	безрозмірна	0,3
37	$r_{mrt}^{q1}$	Доля відмерлих коренів трав – вологі луки з домінуванням <i>Deschampsia caespitosa</i>	безрозмірна	0,3
38	$r_{mrt}^{q2}$	Доля відмерлих коренів трав – вологі луки з домінуванням <i>Molinia caerulea</i>	безрозмірна	0,3
39	$r_{mrt}^{q3}$	Доля відмерлих коренів угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин <i>Сурегасеае</i> та <i>Јuncасеае</i>	безрозмірна	0,3
40	$r_{mrt}^{q4}$	Доля відмерлих коренів угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок	безрозмірна	0,2
41	$r_{mrt}^{q5}$	Доля відмерлих коренів угруповання високих купинних осок	безрозмірна	0,2
42	$r_{mrt}^{q6}$	Доля відмерлих коренів високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогаз)	безрозмірна	0,2
43	$sh_{mrt}^{q1}$	Доля відмерлої надземної частини трав – вологі луки з домінуванням <i>Deschampsia caespitosa</i>	Безрозмірна	0,3
44	$sh_{mrt}^{q2}$	Доля відмерлої надземної частини трав – вологі луки з домінуванням <i>Molinia caerulea</i>	Безрозмірна	0,3
45	$sh_{mrt}^{q3}$	Доля відмерлої надземної частини угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин <i>Сурегасеае</i> та <i>Јuncасеае</i>	Безрозмірна	0,3
46	$sh_{mrt}^{q4}$	Доля відмерлої надземної частини угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок	Безрозмірна	0,2

47	$sh_{mrt}^{q5}$	Доля відмерлої надземної частини угруповання високих купинних осок	Безрозмірна	0,2
48	$sh_{mrt}^{q6}$	Доля відмерлої надземної частини високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогоз)	Безрозмірна	0,2
49	$v_{sh/root}^{q1}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини трав – вологі луки з домінуванням <i>Deschampsia caespitosa</i>	Безрозмірна	0,17
50	$v_{sh/root}^{q2}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини трав – вологі луки з домінуванням <i>Molinia caerulea</i>	Безрозмірна	0,08
51	$v_{sh/root}^{q3}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини угруповання жорстких безлистих злаковидних рослин з родин <i>Cyperaceae</i> та <i>Juncaceae</i>	Безрозмірна	0,14
52	$v_{sh/root}^{q4}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини угруповання низьких кореневищних та низькокупинних осок	Безрозмірна	0,10
53	$v_{sh/root}^{q5}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини угруповання високих купинних осок	Безрозмірна	0,12
54	$v_{sh/root}^{q6}$	Відношення маси надземної частини рослини до маси підземної частини високотравних кореневищних гелофітів (очерет, рогоз)	Безрозмірна	0,25
55	$W_f$	Найменша вологомісткість ґрунту в шарі 0–50 см	мм	Задається
56	$W_i$	Вологість розриву капілярного зв'язку ґрунту в шарі 0–50 см	мм	Задається
57	$W_s$	Повна вологомісткість ґрунту в шарі 0–50 см	мм	Задається
58	$W_{wp}$	Вологість в'янення ґрунту в шарі 0–50 см	мм	Задається
59	$\varepsilon_{soil}$	Пористість шару ґрунту 0–50 см	Безрозмірний	Задається

## СПИСОК

**умовних позначень, прийнятих в алгоритмі моделі динаміки органічної речовини в органічних ґрунтах (торфовищах) і викидів вуглецю, метану і закису азоту з цих ґрунтів  
(Peat-GHG-Model)**

№ п/п	Позначення	Найменування	Розмірність
1	2	3	4
1	<i>BIO1</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>RPM</i>	т/га
2	<i>BIO2</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>BIO1</i>	т/га
3	<i>BIO3</i>	Мікробна біомаса виділена при розкладі <i>HUM1</i>	
4	<i>Clay</i>	Процент глини у ґрунті	т/га
5	<i>CHBIO</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>DBIO</i>	
6	<i>CHBIO1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>BIO1</i>	кгСН/га
7	<i>CHBIO2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>BIO2</i>	кгСН/га
8	<i>CHBIO3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>BIO3</i>	кгСН/га
9	<i>CHBIrs</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі мікробної біомаси всіх рослинних залишків поточного та нерозкладених рослинних залишків попереднього року (НРЗПР)	кгСН/га
10	<i>CHBIfm</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі мікробної біомаси добрив	кгСН/га
11	<i>CHBIso</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі мікробної біомаси ґрунту	кгСН/га
12	<i>CHFBI0</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FDBIO</i> добрив	кгСН/га
13	<i>CHFBI1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FBIO1</i> добрив	кгСН/га
14	<i>CHFBI3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FBIO3</i> добрив	кгСН/га
15	<i>CHFHU0</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FDHUM</i> добрив	кгСН/га



1	2	3	4
16	<i>CHFHU1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FHUM1</i> добрив	кгСН/га
17	<i>CHFHU3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>FHUM3</i> добрив	кгСН/га
18	<i>CHHUM</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>DHUM</i>	кгСН/га
19	<i>CHHUM1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>HUM1</i>	кгСН/га
20	<i>CHHUM2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>HUM2</i>	кгСН/га
21	<i>CHHUM3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>HUM3</i>	кгСН/га
22	<i>CHHUrs</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі гуміфікованої органічної біомаси всіх рослинних залишків поточного та нерозкладених рослинних залишків попереднього року (НРЗПР)	кгСН/га
23	<i>CHHUfm</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі гуміфікованої органічної біомаси добрив	кгСН/га
24	<i>CHHUso</i>	Сумарна кількість метану, що виділилась при розкладі гуміфікованої органічної речовини ґрунту	кгСН/га
25	<i>DBIO</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>DPM</i>	т/га
26	<i>DCO<sub>2</sub></i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>DPM</i>	т/га
27	<i>DHUM</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>DPM</i>	т/га
28	<i>DPM</i>	Декомпозиційний рослинний матеріал	т/га
29	<i>DPM0</i>	Первинний розклад рослинних залишків на декомпозиційний рослинний матеріал <i>DPM</i>	т/га
30	<i>Dv</i>	Кількість днів у кожному місяці	
31	<i>E<sub>0</sub></i>	Випаровування з відкритої поверхні	мм
32	<i>FYM</i>	Кількість внесених органічних добрив	т/га
33	<i>FDPM</i>	Початкова кількість декомпозиційного матеріалу добрив	т/га
34	<i>FHUM</i>	Початкова кількість гуміфікованої органічної речовини добрив	т/га

35	<i>FRPM</i>	Початкова кількість стійкого органічного матеріалу добрив	т/га
----	-------------	--	------

1	2	3	4
36	<i>FDBIO</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі: <i>FDPM</i> добрив	т/га
37	<i>FBIO1</i>	<i>FRPM</i> добрив	т/га
38	<i>FBIO3</i>	<i>FHUM</i> добрив	т/га
39	<i>FDHUM</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі: <i>FDPM</i> добрив	т/га
40	<i>FHUM1</i>	<i>FRPM</i> добрив	т/га
41	<i>FHUM3</i>	<i>FHUM</i> добрив	т/га
42	<i>FDCO<sub>2</sub></i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі: <i>FDPM</i> добрив	т/га
43	<i>FR1CO<sub>2</sub></i>	<i>FRPM</i> добрив	т/га
44	<i>FR3CO<sub>2</sub></i>	<i>FHUM</i> добрив	т/га
45	<i>HHUM00</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SHUM0</i>	кгCH/га
46	<i>HHUM0</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SDHUM</i>	кгCH/га
47	<i>HHUM1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SHUM1</i>	кгCH/га
48	<i>HHUM2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SHUM2</i>	кгCH/га
49	<i>HHUM3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SHUM3</i>	кгCH/га
50	<i>HSBIO0</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SBIO0</i>	кгCH/га
51	<i>HSBIO</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SDBIO</i>	кгCH/га
52	<i>HSBIO1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SBIO1</i>	кгCH/га
53	<i>HSBIO2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SBIO2</i>	кгCH/га
54	<i>HSBIO3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>SBIO3</i>	кгCH/га
55	<i>HUM1</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>RPM</i>	т/га

56	<i>HUM2</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>BIO1</i>	т/га
57	<i>HUM3</i>	Гуміфікована органічна, біомаса, що виділилась при розкладі <i>HUM1</i>	т/га
1	2	3	4
58	<i>IOM</i>	Кількість інертного органічного матеріалу	т/га
59	$k_{BIO}$	Доля мікробної біомаси у ґрунті	Відн.од.
60	$k_{DPM}$	Доля декомпозиційного матеріалу в ґрунті	Відн.од.
61	$k_{HUM}$	Доля муміфікованої органічної речовини у ґрунті	Відн.од.
62	$k_{RPM}$	Доля стійкого органічного матеріалу в ґрунті	Відн.од.
63	$Q_{month}$	Кількість місяців вегетації рослин	
64	$Q_{veg}$	Номер першого місяця вегетації рослин	
65	$O_s$	Сума опадів за місяць	мм
66	$O_{tww}$	Відносна вологість повітря	%
67	<i>PCHBIO</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrDBIO</i>	кгСН/га
68	<i>PCHB1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrBIO1</i>	кгСН/га
69	<i>PCHB2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrBIO2</i>	кгСН/га
70	<i>PCHB3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrBIO3</i>	кгСН/га
71	<i>PCHHUM</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrDHUM</i>	кгСН/га
72	<i>PCHH1</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrHUM1</i>	кгСН/га
73	<i>PCHH2</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrHUM2</i>	кгСН/га
74	<i>PCHH3</i>	Кількість метану, що виділилась при розкладі <i>PrHUM3</i>	кгСН/га
75	<i>PRDBIO</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrDPM</i>	т/га
76	<i>PRBIO1</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrRPM</i>	т/га
77	<i>PRBIO2</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrDBIO</i>	т/га
78	<i>PRBIO3</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrHUM1</i>	т/га

79	<i>PRDHUM</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrDPM</i>	т/га
80	<i>PRHUM1</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrRPM</i>	т/га

1	2	3	4
81	<i>PRHUM2</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrDBIO</i>	т/га
82	<i>PRHUM3</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі <i>PrHUM1</i>	т/га
83	<i>PRDPM0</i>	Декомпозиційний рослинний матеріал нерозкладених рослинних залишків попереднього року (НРЗПР)	т/га
84	<i>PRRPM0</i>	Стійкий рослинний матеріал нерозкладених рослинних залишків попереднього року (НРЗПР)	т/га
85	<i>PRDPM</i>	Первинний розклад НРЗПР на декомпозиційний рослинний матеріал	т/га
86	<i>PRRPM</i>	Первинний розклад НРЗПР на стійкий рослинний матеріал	т/га
87	<i>PRDCO2</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>PrDPM</i>	т/га
88	<i>PRR1CO</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>PrRPM</i>	т/га
89	<i>PRR2CO</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>PrDBIO</i>	т/га
90	<i>PRR3CO</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>PrHUM1</i>	т/га
91	<i>RPM0</i>	Первинний розклад рослинних залишків на стійкий рослинний матеріал <i>RPM</i>	т/га
92	<i>RPM</i>	Стійкий рослинний матеріал	т/га
93	<i>R1CO2</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>RPM</i>	т/га
94	<i>R2CO2</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>BIO1</i>	т/га
95	<i>R3CO2</i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі <i>HUM1</i>	т/га
96	<i>SBIO</i>	Початкова маса мікробної біомаси ґрунту	т/га
97	<i>SBIO0</i>	Розклад мікробної біомаси ґрунту	т/га
98	<i>SDPM</i>	Початкова кількість декомпозиційного матеріалу ґрунту	т/га

99	<i>SDPM0</i>	Розклад деком позиційного матеріалу ґрунту	т/га
100	<i>SHUM</i>	Початкова маса муміфікованої органічної речовини ґрунту	т/га
101	<i>SHUM0</i>	Розклад муміфікованої органічної речовини ґрунту	т/га

1	2	3	4
102	<i>SRPM</i>	Початкова кількість стійкого органічного матеріалу ґрунту	т/га
103	<i>SRPM0</i>	Розклад стійкого органічного матеріалу ґрунту	т/га
104	<i>SDBIO</i>	Мікробна біомаса, що виділилась при розкладі: <i>SDPM0</i> ґрунту	т/га
105	<i>SBIO1</i>	<i>SRPM0</i> ґрунту	т/га
106	<i>SBIO2</i>	<i>SBIO0</i> ґрунту	т/га
107	<i>SBIO3</i>	<i>SHUM0</i> ґрунту	т/га
108	<i>SDHUM</i>	Гуміфікована органічна біомаса, що виділилась при розкладі: <i>SDPM0</i> ґрунту	т/га
109	<i>SHUM1</i>	<i>SRPM0</i> ґрунту	т/га
110	<i>SHUM2</i>	<i>SBIO0</i> ґрунту	т/га
111	<i>SHUM3</i>	<i>SHUM0</i> ґрунту	т/га
112	<i>SDCO<sub>2</sub></i>	Кількість CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі: <i>SDPM0</i> ґрунту	т/га
113	<i>SRICO<sub>2</sub></i>	<i>SRPM0</i> ґрунту	т/га
114	<i>SR2CO<sub>2</sub></i>	<i>SBIO0</i> ґрунту	т/га
115	<i>SR3CO<sub>2</sub></i>	<i>SHUM0</i> ґрунту	т/га
116	<i>S<sub>m</sub>BIO<sub>rst</sub></i>	Підсумкове за рік значення виділеної мікробної біомаси: із рослинних залишків	т/га
117	<i>S<sub>m</sub>BIO<sub>soil</sub></i>	із органічного матеріалу ґрунту	т/га
118	<i>S<sub>m</sub>BIO<sub>FYM</sub></i>	із матеріалу органічних добрив	т/га

119	$SMCH_{rs}$	Підсумкове за рік значення виділеного метану із рослинних залишків поточного року та НРЗПР	кгСН/га
120	$SMCH_{fm}$	Підсумкове за рік значення виділеного метану із добрив	кгСН/га
121	$SMCH_{so}$	Підсумкове за рік значення виділеного метану із ґрунту	кгСН/га
122	$SMCH_{PL}$	Підсумкове за рік значення виділеного метану із ділянки (поля)	кгСН/га
1	2	3	4
123	$S_m^{HUM}_{rst}$	Підсумкове за рік значення гуміфікованої маси, що виділилась: із рослинних залишків	т/га
124	$S_m^{HUM}_{soil}$	із органічного матеріалу ґрунту	т/га
125	$S_m^{HUM}_{FYM}$	із матеріалу органічних добрив	т/га
126	$S_m^{CO_2(rst)}$	Підсумкове за рік значення кількості CO <sub>2</sub> , що виділилось при розкладі: рослинних залишків	т/га
127	$S_m^{CO_2(soil)}$	органічного матеріалу ґрунту	т/га
128	$S_m^{CO_2(FYM)}$	матеріалу органічних добрив	т/га
129	$TOC$	Сумарна кількість вуглецю у ґрунті	т/га
130	$TSMD$	Поточне значення дефіциту вологи у ґрунті	мм
131	$TSMD_{max}$	Максимальне значення дефіциту вологи у ґрунті	мм
132	$T$	Середня за місяць температура повітря	°С
133	$T_s$	Середня за місяць температура ґрунту на глибині 20 см	°С
134	$U_r$	Урожай основної продукції	т/га
135	$U_{rs}$	Рослинні залишки	т/га
136	$U_{rst}$	Рослинні залишки за місяць вегетації	т/га
137	$C_{CO_2}$	Кількість CO <sub>2</sub> , яка продукується протягом мінералізації	кгС/га
138	$h_{gr}$	Рівень ґрунтових вод	см
139	$M_{fum}$	Кількість внесених органічних добрив	т/га

140	$N_d$	Кількість азоту виділеного в процесі денітрифікації	кгN/га
141	$N_n$	Кількість нітрифікованого азоту	кгN/га
142	$N_{fert}$	Кількість внесеного азоту з мінеральними добривами	кгN/га
143	$N_{imm}$	Імобілізація азоту	кгN/га

1	2	3	4
144	$N_{inf}$	Винесення нітратів за межі шару ґрунту 0–50 см	кгN/га
145	$N_{NH_4}$	Кількість амонію у ґрунті	кгN/га
146	$N_{NO_3}$	Кількість нітратів у ґрунті	кгN/га
147	$N_{d,N_2}$	Кількість виділеного газу у вигляді $N_2$ в процесі денітрифікації	кгN/га
148	$N_{d,N_2O}$	Кількість виділеного газу у вигляді $N_2O$ в процесі денітрифікації	кгN/га
149	$N_{n,NO}$	Кількість виділеного газу у вигляді NO в процесі нітрифікації	кгN/га
150	$N_{n,N_2O}$	Кількість виділеного газу у вигляді $N_2O$ в процесі нітрифікації	кгN/га
151	$N_{v,fert}$	Втрати амонію при внесенні мінеральних добрив за рахунок звітрювання	кгN/га
152	$N_{v,fum}$	Втрати амонію при внесенні органічних добрив за рахунок звітрювання	кгN/га
53	pH	Кислотність ґрунту	Відн.од.
154	$R$	Сума опадів	мм
155	$SMC_{fum}$	Швидкість розкладу органічного матеріалу добрив – утворення вуглецю	тC/га·місяць
156	$SMC_{rst}$	Швидкість розкладу рослинних залишків – утворення вуглецю	тC/га·місяць
157	$SMC_{soil}$	Швидкість розкладу органічного матеріалу ґрунту – утворення вуглецю	тC/га·місяць

158	$SMN_{fum}$	Швидкість мінералізації органічної речовини добрив – утворення амонію	кгN/га·місяць
159	$SMN_{rst}$	Швидкість мінералізації рослинних залишків – утворення амонію	кгN/га·місяць
160	$SMN_{soil}$	Швидкість мінералізації органічної речовини ґрунту – утворення амонію	кгN/га·місяць
1	2	3	4
161	$T$	Температура повітря	°C
162	$TMN_{N_2O}$	Сумарна кількість емісії закису азоту	кгN/га
163	$W$	Запаси вологи у ґрунті в шарі 0-50 см	мм
164	$W_{inf}$	Інфільтрація вологи за межі шару ґрунту 0–50 см	мм





**European Union Project “ClimaEast: Conservation and sustainable use of peatlands”**

---

**Methodology for estimating greenhouse gas emissions and removals from organic soils (peatlands) for the needs of the National Greenhouse Gas Inventory System as regards accounting for emission and removal of greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) by organic soils, Tier 2 (or higher) methods, with account of existing experience of Ukraine and other countries**

## Table of contents

1. Analytical review of the recommended methodological approach .....	3
2. Methodology for estimating greenhouse gas emissions and removals from organic soils.....	7
2.1. Organic soils: notion and types according to the Ukrainian classification.....	7
2.2. Calculation of greenhouse gas emissions/removals from organic soils (GHG <sub>total organic soils, t</sub> ).....	11
2.2.1. Calculation of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils (GHG <sub>total drained organic soils</sub> )	11
2.2.2. Calculation of greenhouse gas emissions from wet organic soils (GHG <sub>total wet organic soils, t</sub> ).....	18
2.3. Earth surface classification into strata .....	21
2.4. Verification of model calculations .....	24
2.4.1. Reference areas of earth surface for instrumental measurement of greenhouse gas emissions	25
2.4.2. Data collection with ground-based methods for the purposes of model factors adjustment ....	26
2.4.3. Instrumental measurement of greenhouse gas fluxes between the ecosystem and the atmospheric air .....	32
2.4.4. Source data and their format.....	32
2.5. Estimation of the living above-ground biomass stock with remote methods (AGLB <sub>pixel dry mass, i, p, tn</sub> )	35
2.6. Output data and their format.....	38
Annex 1. Modeling of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom .....	40

## **1. Analytical review of the recommended methodological approach**

At present, the UNFCCC parties use the recommendations on maintenance of national inventories of anthropogenic greenhouse gas emission sources, as presented in IPCC 1996 and supplemented in IPCC 1997a, 1997b, 1997c, 2000b, and 2003. The recommendations include an algorithm for calculating greenhouse gas emissions/removals and recommended default values of relevant factors with account of countries division in terms of natural and climatic conditions.

Greenhouse gas emissions/removals in the Land Use sector are accounted for only concerning the lands managed for the purpose of economic activities for cultural, environmental or other needs of society (IPCC Guidelines, Section 3.2, Volume 4, 2006). It is recommended that the report should cover all greenhouse gas emissions/removals from these lands whether or not the nature of changes having resulted in such emissions/removals is anthropogenic or not.

Methods for calculating greenhouse gas emissions/removals under Tier 1 assume using simplified equations and default factors that are provided in the Guidelines and consider countries division into natural and climatic zones and management methods.

Methods for accounting for greenhouse gas emissions/removals under Tier 2 assume using the simplified equations recommended for the Tier 1 methods but using the national values of the factors obtained for the country's natural and climatic conditions as well as considering the economic methods inherent for that country.

Methods for calculating greenhouse gas emissions/removals under Tier 3 assume using sophisticated model calculations using geospatial source data.

Most Annex I countries use Tier 1 methods for their national inventories in the Land Use sector. Only several countries develop Tier 2 and Tier 3 methods of accounting for greenhouse gas emissions/removals.

IPCC recommends accounting for greenhouse gas emissions/removals from the same sources (soils pool) in Agriculture and Land Use sectors. In the Land Use sector, accounting for greenhouse gas emissions/removals from soils is effected and included in reports (on a mandatory and compulsory basis) in such land categories as Forest land, Cropland, Grassland, and Wetlands. In order to avoid dual accounting, an overwhelming majority of countries include emissions/removals from the soil pool in the Agriculture sector and don't calculate emissions/removals in the form of nitrogen compounds for soils in the Land Use sector.

Chapter 7 (Wetlands), Volume 4, IPCC 2006, specifies that the guidelines for calculating greenhouse gas emissions from the Wetlands land category are not complete and limited to calculating emissions in the form of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O for peat deposit areas (Section 7.2, Chapter 7 in Volume 4 of the 2006 IPCC Guidelines) and in the form of CO<sub>2</sub> for land converted to flooded land (Section 7.2, Chapter 7 in Volume 4 of the 2006 IPCC Guidelines).

In order to improve the accounting methods for greenhouse gas emissions in the Land Use sector, additional guidelines were drafted, namely the Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Methodological Guidance on Lands with Wet and Drained Soils, and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment (hereinafter referred to as Wetlands Supplement, 2013). The latter provide detailed information concerning the procedure for estimating greenhouse gas emissions/removals from organic soils and mineral soils with higher water table not only for the Wetlands land category but for other categories as well.

Wetlands Supplement (2013) includes guidelines and default conversion factors for calculations for dry and wet organic soils as well as for wet and drained mineral soils for all land-use categories. The land categories, calculations of emissions/removals for which are included in Wetlands Supplement, 2013, are presented in Table 1.

**Table 1. Soil categories for the purposes of accounting for greenhouse gas emissions/removals as per Wetlands Supplement, 2013**

Soil type	Forest land		Cropland		Grassland		Wetlands		Settlements		Other land	
	Inland	Coastal	Inland	Coastal	Inland	Coastal	Inland	Coastal	Inland	Coastal	Inland	Coastal
Mineral	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
Organic	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W

*Note: D – drained; W – wet, wetted.*

Wetlands Supplement (2013) differentiates between methodological approaches to the calculations of greenhouse gas emissions/removals by mineral and organic soils depending on whether are inland or coastal. Such differentiation is caused by difference in water salinity and dynamics of wetting/drainage related to phenomena such as storms and tides that substantially affect the nature of greenhouse gas emissions from organic soils.

Wetlands Supplement (2013) envisages accounting for greenhouse gas emissions/removals in the form of CH<sub>4</sub> from drained organic soils and canals, and provides relevant default conversion factors that consider natural and climatic conditions and the nature of land use. This provision is additional compared to the IPCC Guidelines 2006 (Section 2.3.3.1, Chapter 2, Volume 4).

Wetlands Supplement (2013) provides no guidelines additional to those presented in IPCC (2006) concerning accounting for carbon stock in live and dead biomass pools for all land categories except coastal wetlands. Guidelines for the latter are included in Wetlands Supplement (2013).

This methodology was drafted on the basis of the Wetlands Supplement (2013) guidelines, with account of experience of developing methodological basics for national inventories in the US and Australia as well as groundwork existing in Ukraine. The methodology provides for:

- using remote methods for collection of spatial data required to calculate greenhouse gas emissions/removals from drained and wet organic soils using GIS technologies;
- using data from the Ukraine Soil Map for the purposes of determining organic soil boundaries;
- accepting division of organic soils into drained (mean annual water table depth below the surface) and wetted (water outflow to the surface observed);
- accepting, for the national inventory purposes, division of drained organic soils into deep-drained (with a mean annual water table depth of less than 30 cm below the surface) and shallow-drained (with a mean annual water table depth of 30 cm and deeper below the surface) (Wetlands Supplement, 2013);
- accepting, for the national inventory purposes, that Ukraine's organic soils are nutrient-rich because they receive water and nutrients not only with precipitation but also from adjoining areas (Wetlands Supplement, 2013);
- accounting for greenhouse gas emissions/removals for drained and wetted organic soils in the land-use categories of Forest land, Cropland, Grassland, and Wetlands, and with regard to the vegetation cover composition (grassland vegetation, bushes, wood vegetation, agricultural crops);
- accepting that, in case drained organic soils are wetted, there is no transition period given no change in the land-use category (Wetlands Supplement, 2013);
- accounting for greenhouse gas emissions/removals for drained and wetted organic soils in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O;

- accounting for greenhouse gas emissions/removals for drained and wetted organic soils mainly under Tier 3 using model calculations, geospatial reference source data, and obtained geospatial reference output data;
- ensuring verification of model calculations by the data of direct measurements of carbon and nitrogen fluxes between the ecosystem and atmosphere using microclimatic methods (eddy covariance) (Wetlands Supplement, 2013);
- accounting for greenhouse gas emissions/removals for drained and wetted organic soils due to burning of organic substances of soil and biomass according to the Tier 1 calculation methods presented in Wetlands Supplement (2013).

## 2. Methodology for estimating greenhouse gas emissions and removals from organic soils

This methodology was drafted in accordance with the guidance provided in the Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands – Methodological Guidance on Lands with Wet and Drained Soils, and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment (Wetlands Supplement, 2013). The methodology covers accounting for greenhouse gas emissions/removals from inland organic soils and does not include coastal areas. The methodology provides an algorithm for calculating CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air within organic soils with account of the ground water table depth and the vegetation cover composition (land-use type).

### 2.1. Organic soils: notion and types according to the Ukrainian classification

The international approach to defining the notion of ‘organic soil’ (histosol) is rather complicated and varies from source to source. According to IPCC 2006<sup>1</sup>, organic soils are soils rich with organic compounds (more than 12% organic carbon, or 20%). According to FAO (2006/7)<sup>2</sup>, soil is deemed organic if it has the following characteristics:

- 1) 10 cm or more thick starting at the soil surface and immediately overlying ice, continuous rock, or fragmental materials, the interstices of which are filled with organic material; or
- 2) cumulatively within 100 cm of the soil surface either 60 cm or more thick if 75 percent (by volume) or more of the material consists of moss fibres or 40 cm or more thick in other materials and starting within 40 cm of the soil surface.

R.S. Truskavetskyi<sup>3</sup>, applying the terms used in the Ukrainian soil classification, gives the following soil characteristic, allowing a linkage to be established between the IPCC and FAO definitions and the national terminology. According to him, aquic soils (wetland and wet soils) are soils with permanent overmoisturization when the upper 30 cm soil layer contains such amount of moisture for the most part of the year (at least 200 days) that exceeds the level of the lowest field capacity. In most cases, creation of aquic organogenic soils in the territory of Ukraine is connected

---

<sup>1</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (eds. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K). IGES, Japan

<sup>2</sup> FAO (2006/7). World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports 103, ix+116pp.

<sup>3</sup> Р.С. Трускавецький. Діагностико-класифікаційна структуризація органогенних гігморфних ґрунтів України. - ННЦ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського", м. Харків

with a ‘water’ factor – sedimentation and peatification of source water bodies, ponds, lakes, creases, saucers, and other depressed relief forms filled with dead water. In such places, peatified meadow-bog, bog, slimy-gley (slimy-gley-peaty) and peaty soils are formed. The peat interlayers, continuously growing, are often overlapped by the processes of sedimentation of the material brought from a catchment area due to soil erosion as well as of the sludge precipitating in the course of ground and subsoil water evaporation as well as given internal soil geochemical barriers.

In case of bog formation on dry land, the process of sod layer peatification becomes more intense, thereby promoting organic substance accumulation in soil mass. Therefore, aquatic soils are generally rich with organic matter content, varying from 5-20% (meadow-bog, bog mineral, slimy-gley, sod-gley, sod-podzol-gley, etc.) to 20-50% (peatified types of the above-mentioned soils) to 50-93% in mass (peat soils of various trophicity).

On the typical level, organogenic aquatic soils are diagnosed in terms of water-mineral nutrition, divided into peat-poor oligotrophic soils, peat-rich eutrophic and very-peat-rich alkalitrophic soils, as well as in terms of soil mass clogging and peatification levels. If organic mass content is within 20-50%, such soils are diagnosed as slimy-humic-gley soils and as meadow-bog, bog, sod-gley, sod-podzol-gley, and other aquatic soils with various peatification degrees.

Summing up the stated above, the list of organogenic soils meeting the organic soil definitions provided in IPCC 2006<sup>4</sup> and being a considerable greenhouse gas emissions source includes the following soils presented here according to the 1967 nomenclature (The Ukrainian SSR Soil Map):

133<sup>5</sup> Bog soils;

135 Peaty-bog soils;

136 Peat-bog soils;

138 Lowland peatlands;

140 Carbonate lowland peatlands;

151 Medium-deep and deep low-decomposed and medium-decomposed drained peatlands;

---

<sup>4</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (eds. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K). IGES, Japan

<sup>5</sup> Nomenclature code as per the 1967 Nomenclature.



**Bog soils**<sup>6</sup> formed as a result of developing bog formation (gleyzation) processes or by means of gradual overgrowing of water bodies, lakes and rivers with slow stream. Depending on soil thickness, bog soils are divided into bog (slimy-bog), peaty bog, peat-bog soils and lowland peatlands. Bog soils lay on aqueoglacial modern bog alluvial deposits with sandy, sandy-loam and light-clay-loam grain-size distributions.

**Slimy bog soils**<sup>7</sup> are widespread on the low flood plain level (in bayou lowlands) in the place of silted lakes; their features include permanent overmoisturization and gleyzation of the entire profile. They have no solid peat layer, no solid turf, their surface is covered with alder and osier bushes or with herbaceous vegetation, mainly sedge. Their humus horizon is black, marshy, unstructured, with a great quantity of semidecomposed plant remains, and often is in the form of semiliquid muddy mass. Its capacity varies from 15-20 to 40-50 cm. Lying under it is a very gleyed bluish bedrock with ochrous rusty stains and ferriferous concretions.

**Peaty-bog and peat-bog soils** lay at the edge of peat bodies and are less developed within small closed lows. Their profile resembles bog soils but they have a real peat horizon on their surface. In peaty-bog soils, the peat layer is not higher than 25 cm; in peat-bog soils, it varies between 25 and 50 cm. Peat can be low-decomposed, with well-preserved remains of plant tissues, or high-decomposed, converted into a homogenous grainy mass. These soils are mainly sour, being neutral or mildly alkaline only in shallow chalk stone deposits.

**Peat soils (peatlands)** are situated on wide flood plains of Polissya rivers, pass-through valleys and closed hollows, near river sources, mainly in the Polissya area of Volyn oblast. These are mainly lowland peatlands of grass and sedge origins. Less frequent are moss-sedge and wood-grass peats; high transition peatlands stretch in small masses in the northeast part of Volyn oblast. In terms of peat horizon thickness, peatlands can be shallow (peat capacity 0.5-1 m), medium-deep (1-2 m), and deep (more than 2 m). Peat mass decay degrees vary very much from low-decomposed to high-decomposed, depending on age and drainage. Peat ash content is also diverse. Peatland soil solution reaction is mainly low- and medium-acid, sometimes neutral (pH 5.6, with 4.7-6.8 variance). Peat soils feature a high sum of adsorbed basics (37-51 mg-eq per 100 g soil) and high

<sup>6</sup> Музиченко О. С., к.б.н., доцент, Боярин М. В., асистент (Волинський державний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк). Роль ґрунтового покриву у формуванні екологічної ситуації басейну р. Західний Буг. Impact of soil cover upon surface waters in Zakhidnyi Buh river basin is studied. Types of soils existing within the river basin boundaries are analyzed. Available at: <http://ua.convdocs.org/docs/index-167192.html>

<sup>7</sup> Геренчук К.І. Природа Волинської області - Ґрунти Волинської області. Болотні ґрунти. Available at: [http://geoknigi.com/book\\_view.php?id=1254](http://geoknigi.com/book_view.php?id=1254)

exchange capacity. They are very well supplied with nitrogen, its total content being 2.5-3.6% of peat weight, but poorly supplied with potassium, phosphor and microelements.

For the purposes of this methodology, sources of information about organic soil boundaries are the below-listed thematic layers of digital maps in the .shp format (in the form of polygonal objects) compatible with ArcGIS 10 for Windows, which are components of the GIS database for 13 oblasts of Ukraine<sup>8</sup> (Vinnytsia, Volyn, Zhytomyr, Kyiv, Lviv, Poltava, Rivne, Sumy, Ternopil, Kharkiv, Khmelnytskyi, Cherkasy and Chernihiv):

- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Bog soils (No. 133 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Peaty-bog soils (No. 135 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Peat-bog soils (No. 136 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. High and transition peatlands (No. 137 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Lowland peatlands (No. 138 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Ferruginous lowland peatlands (No. 139 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Carbonate lowland peatlands (No. 140 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Medium-deep and deep low-decomposed and medium-decomposed drained peatlands (No. 151 in the soil nomenclature of Ukraine)”;
- thematic layer of the digital map “Organogenic soils of Ukraine. Medium-deep and deep high-decomposed drained peatlands (No. 153 in the soil nomenclature of Ukraine)”;

---

<sup>8</sup> Main oblasts featuring availability of considerable organic soil areas have been selected.

For the purposes of this methodology, calculations of greenhouse gas emissions/removals are carried out according to a common algorithm for all the organic soil types listed above.

## 2.2. Calculation of greenhouse gas emissions/removals from organic soils ( $GHG_{\text{total organic soils, t}}$ )

Greenhouse gas emissions/removals from organic soils are calculated for year t according to formula (1):

$$GHG_{\text{total organic soils, t}} = GHG_{\text{total drained organic soils, t}} + GHG_{\text{total wet organic soils, t}} \quad (1)$$

where:

$GHG_{\text{total organic soils, t}}$  – total amount of greenhouse gas emissions/removals from organic soils for year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$GHG_{\text{total drained organic soils, t}}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils for year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$GHG_{\text{total wet organic soils, t}}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from wet organic soils for year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

### 2.2.1. Calculation of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils ( $GHG_{\text{total drained organic soils}}$ )

Calculation of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils includes calculation of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass, and litter pools, and calculation of greenhouse gas emissions/removals in the form of CH<sub>4</sub> from surface areas within open water (canals, artificial water bodies).

Calculation is carried out according to formula (2):

$$GHG_{\text{total drained organic soils, t}} = GHG_{\text{SOIL total drained organic soils, t}} + GHG_{\text{WATER total drained organic soils, t}} \quad (2)$$

where:

$GHG_{\text{total drained organic soils, t}}$  – total amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

GHG<sub>SOIL total drained organic soils, t</sub> – total amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from the soil pool of drained organic soils in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

GHG<sub>WATER total drained organic soils, t</sub> – total amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from water surface areas (canals, artificial water bodies) within drained organic soils in year t (t CO<sub>2</sub>e/year).

*2.2.1.1. Calculation of carbon and nitrous oxide fluxes from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pool within drained organic soils*

*(GHG<sub>SOIL total drained organic soils</sub>)*

Greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass, and litter pools are estimated at Tier 3 with account of vegetation cover (land use), ground water table depth, and natural and climatic conditions of the country's territory, using model calculations. The model used provides for calculations of the carbon and nitrogen balance separately in the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass, and litter pools, but final calculations provide the carbon and nitrogen balance for the entire ecosystem. Description of the calculation model and algorithm using the model is presented in Annex 1.

Model calculation data are verified by instrumental measurements of fluxes in reference sections using microclimatic survey methods (eddy covariance method<sup>9</sup>).

Carbon losses from the soil pool of organic soils due to removal of dissolved organic carbon (DOC) are calculated at Tier 1 using specific factor values provided in Wetlands Supplement (2013).

Carbon losses from the soil pool of organic soils due to removal of particulate organic carbon (POC) and dissolved inorganic carbon (DIC) are not estimated (Wetlands Supplement, 2013).

Carbon losses from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass, and litter pools of organic soils due to fires are calculated at Tier 1 of the Wetlands Supplement (2013) concerning accounting for fluxes in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and CO. Carbon losses from the

---

<sup>9</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.

soil pool of organic soils due to fires in the form of DOC, POC or DIC are not calculated (Wetlands Supplement, 2013).

Greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass, and litter pools of drained organic soils are calculated according to the formula (3):

$$\text{GHG}_{\text{SOIL total drained organic soils, t}} = \sum \text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}} + \sum \text{GHG}_{\text{DOC } i \text{ drained organic soils, t}} + \text{GHG}_{\text{Fire, t}} \quad (3)$$

where:

$\text{GHG}_{\text{SOIL total drained organic soils, t}}$  – total amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from drained organic soils in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils within stratum *i* in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$\text{GHG}_{\text{DOC } i \text{ drained organic soils, t}}$  – total amount of carbon removal to ground water in the form of DOC from the soil pool of drained organic soils in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$\text{GHG}_{\text{Fire, t}}$  – total amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from drained due to fires in year t (t CO<sub>2</sub>e/year).

#### 2.2.1.1.1. Calculation of $\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}}$

The value of  $\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}}$  is calculated according to the formula (4).

$$\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}} = N_{\text{pixels, } i, t} * \text{GHG}_{\text{pixel } i \text{ drained organic soils, t}} \quad (4)$$

where:

$\text{GHG}_{i \text{ drained organic soils, t}}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils within stratum *i* in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$N_{\text{pixels, } i, t}$  – number of pixels within stratum *i* in year t (dimensionless);

$\text{GHG}_{\text{pixel } i \text{ drained organic soils, t}}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum *i* in year t (t CO<sub>2</sub>e/year).

The number of pixels as of year t for each of the strata is calculated using ArcGIS software.

The value of  $GHG_{\text{pixel } i \text{ drained organic soils, } t}$  is calculated according to formula (5).

$$GHG_{\text{pixel } i \text{ drained organic soils, } t} = GHG_{CO_2 \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t} + 21 * GHG_{CH_4 \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t} + 310 * GHG_{N_2O \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t} \quad (5)$$

where:

$GHG_{\text{pixel } i \text{ drained organic soils, } t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from drained organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$GHG_{CO_2 \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub> from drained organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$GHG_{CH_4 \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CH<sub>4</sub> from drained organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$GHG_{N_2O \text{ pixel } i \text{ drained organic soils, } t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of N<sub>2</sub>O from drained organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$S_{\text{pixel}}$  – earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used to obtain spatial data concerning vegetation cover, stock of living above-ground biomass, and ground water level (m<sup>2</sup>);

21 – factor for converting the greenhouse effect of the greenhouse gas flux in the form of CH<sub>4</sub> into CO<sub>2</sub> equivalent (dimensionless);

310 – factor for converting the greenhouse effect of the greenhouse gas flux in the form of N<sub>2</sub>O into CO<sub>2</sub> equivalent (dimensionless).

The values of GHG CO<sub>2</sub> pixel *i* drained organic soils, *t*, GHG CH<sub>4</sub> pixel *i* drained organic soils, *t*, and GHG N<sub>2</sub>O pixel *i* drained organic soils, *t* are calculated using model calculations according to the algorithm presented in Annex 1.

#### 2.2.1.1.2. Calculation of GHG DOC drained organic soils, *t*

The value of GHG DOC drained organic soils, *t* is calculated at Tier 1 as per the guidelines provided in Wetlands Supplement (2013) and using default factor values according to formula (6).

$$\text{GHG DOC drained organic soils, } t = S_{\text{drained organic soil, } t} * \text{EF DOC drained organic soils, } t * 44/12 \quad (6)$$

where:

GHG DOC drained organic soils, *t* – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from the soil pool of drained organic soils as of year *t* (t CO<sub>2</sub>e/year);

*S*<sub>drained organic soil, *t*</sub> – surface area under drained organic soils as of year *t* (ha);

EF DOC drained organic soils, *t* – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from the soil pool of drained organic soils (t C/year \* ha);

44/12 – factor for converting carbon molar mass into CO<sub>2</sub> molar mass (dimensionless).

*S*<sub>drained organic soil, *t*</sub> is calculated according to formula (7):

$$S_{\text{drained organic soil, } t} = \sum (N_{\text{pixels, } i, t} * S_{\text{pixel}}) \quad (7)$$

where:

*S*<sub>drained organic soil, *t*</sub> – surface area under drained organic soils as of year *t* (ha);

*N*<sub>pixels, *i*, *t*</sub> – number of pixels within stratum *i* in year *t* (dimensionless).

*S*<sub>pixel</sub> – earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used to obtain spatial data concerning vegetation cover, stock of living above-ground biomass, and ground water level (m<sup>2</sup>).

EF DOC drained organic soils, *t* is calculated according to formula (8):

$$\text{EF DOC drained organic soils, } t = \text{DOC flux natural} * (1 + \Delta \text{DOC drained organic soil}) * \text{Frac DOC-CO}_2 \quad (8)$$

where:

$EF_{DOC \text{ drained organic soils, } t}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from the soil pool of drained organic soils as of year  $t$  (t C/year \* ha);

$DOC_{flux \text{ natural}}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from the soil pool of organic soils in the natural condition (t C/year \* ha) (default value is 0.08 t C/year \* ha, Wetlands Supplement (2013));

$\Delta DOC_{\text{drained organic soil}}$  – increment of amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from the soil pool of organic soils compared to those in the natural condition (t C/year \* ha) (default value is 0.08 t C/year \* ha, Wetlands Supplement (2013));

$Frac_{DOC-CO_2}$  – default DOC/CO<sub>2</sub> conversion factor (dimensionless) (default value is 0.9, Wetlands Supplement (2013)).

#### 2.2.1.1.3. Calculation of $GHG_{Fire, t}$

The value of  $GHG_{Fire, t}$  is calculated at Tier 1 as per the guidelines provided in Wetlands Supplement (2013) and using default factor values according to formula (9):

$$GHG_{Fire, t} = S_{fire, t} * M_{dry \text{ mass}} * C_f * G_{CO_2 \text{ ef}} * 10^{-3} + S_{fire, t} * M_{dry \text{ mass}} * C_f * G_{CH_4 \text{ ef}} * 21 * 10^{-3} + S_{fire, t} * M_{dry \text{ mass}} * C_f * 310 * G_{CO \text{ ef}} * 10^{-3} \quad (9)$$

where:

$GHG_{Fire, t}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and CO from the earth surface with drained organic soils as of year  $t$  (t CO<sub>2</sub>e/year);

$S_{fire, t}$  – earth surface area equivalent to the area of fires that occurred during year  $t$  (ha);

$M_{dry \text{ mass}}$  – mass (dry weight) of the organic matter that burned during fires in year  $t$  (t/ha\*year) (default value is 336 t/year\*ha, Wetlands Supplement (2013));

$C_f$  – factor for organic mass burning during fires (dimensionless) (default value is 1.0, Wetlands Supplement (2013));

$G_{CO_2 \text{ ef}}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of CO<sub>2</sub> from the mass unit of organic matter that burned during fires on drained organic soils (kg/t) (default value is 362 kg/t, Wetlands Supplement (2013));



$G_{CH_4\text{ ef}}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of  $CH_4$  from the mass unit of organic matter that burned during fires on drained organic soils (kg/t) (default value is 9 kg/t, Wetlands Supplement (2013));

$G_{CO\text{ ef}}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of  $CO$  from the mass unit of organic matter that burned during fires on drained organic soils (kg/t) (default value is 207 kg/t, Wetlands Supplement (2013));

$10^{-3}$  – kg/t mass conversion factor (t/kg).

#### 2.2.1.2. Calculation of greenhouse gas emissions from water surface within drained organic soils ( $GHG_{WATER\text{ total drained organic soils, }t}$ )

The value of  $GHG_{WATER\text{ total drained organic soils, }t}$  is calculated at Tier 1 as per the guidelines provided in Wetlands Supplement (2013) and using default factor values according to formula (10):

$$GHG_{WATER\text{ total drained organic soils, }t} = \sum (S_{open\text{ water, }i,t} * EF_{CH_4\text{ open water }i}) * 21 * 10^{-3} \quad (10)$$

where:

$GHG_{WATER\text{ total drained organic soils, }i,t}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of  $CH_4$  from water surface area of the artificial water bodies situated within drained organic soils, within stratum  $i$  as of year  $t$  (t  $CO_2e$ /year);

$S_{open\text{ water, }i,t}$  – water surface area of the artificial water bodies situated within drained organic soils, within stratum  $i$  as of year  $t$  (ha);

$EF_{CH_4\text{ open water }i}$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of  $CH_4$  from water surface area of the artificial water bodies situated within drained organic soils, within stratum  $i$  (kg/t) (default values: 2.5 kg/ha\*year for forest land, 0 kg/ha\*year for cropland, 16 kg/ha\*year for high-drained (below 30 cm) grassland/hayfields, 39 kg/ha\*year for low-drained (above 30 cm) grassland/hayfields, 6.1 kg/ha\*year for peat fields; Wetlands Supplement (2013));

21 – factor for converting the greenhouse effect of the greenhouse gas flux in the form of  $CH_4$  into  $CO_2$  equivalent (dimensionless);

$10^{-3}$  – kg/t mass conversion factor (dimensionless).

Water surface area of the artificial water bodies situated within drained organic soils within stratum  $i$  as of year  $t$ ,  $S_{open\text{ water, }i,t}$ , is calculated according to formula (11):

$$S_{\text{open water}, i, t} = N_{\text{pixels, open water}, i, t} * S_{\text{pixel}} \quad (11)$$

where:

$S_{\text{open water}, i, t}$  – water surface area of the artificial water bodies situated within drained organic soils, within stratum  $i$  as of year  $t$  (ha);

$N_{\text{pixels, open water}, i, t}$  – number of pixels classified in the category (water surface) within stratum  $i$  in year  $t$  (dimensionless);

$S_{\text{pixel}}$  – earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used to obtain spatial data concerning earth cover within organic soils (m<sup>2</sup>).

### 2.2.2. Calculation of greenhouse gas emissions from wet organic soils ( $GHG_{\text{total wet organic soils}, t}$ )

This category includes surface areas with organic soils drained for economic, environmental or other purposes, where hydrology was later restored with or without human intervention. These soils feature reduction of greenhouse gas emissions in the form of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O almost to zero and considerable increase of emissions in the form of CH<sub>4</sub>. Emissions into the atmosphere in the form of CO<sub>2</sub> are maintained due to plant respiration processes and removal of soluble organic compounds with water flow (DOC) with subsequent release into the atmosphere in the form of CO<sub>2</sub>.

Calculation of emissions/removals from wet organic soils is not divided into calculation of greenhouse gas emissions/removals from soils and of those from water surface area of the artificial water bodies situated within wet organic soils. Combination of these two subcategories is caused by the fact that both wet soils and canals are dominated by the same processes of carbon and nitrogen circulation, which unifies methodological approaches and allows their combination.

Greenhouse gas emissions/removals are estimated at Tier 3 according to the guidelines provided in Wetlands Supplement (2013) using model calculations that are verified by instrumental measurements of fluxes in reference sections using microclimatic survey methods (eddy covariance method). Description of the model and algorithm of calculations using this model is provided in Annex 1.

Carbon losses from the soil pool of organic soils due to removal of dissolved organic carbon (DOC) are calculated for this land category at Tier 1 according to guidelines provided in Wetlands Supplement (2013).

Carbon losses from the soil pool of organic soils due to removal of particulate organic carbon (POC) and dissolved inorganic carbon (DIC) are not estimated for this land category (Wetlands Supplement, 2013).

Carbon losses from organic soils due to fires are not estimated for this category (Wetlands Supplement (2013)) because of low probability of fires on wet organic soils.

Wet organic soils in Ukraine belong to the rich organic soils category receiving nutrition (water and nutrients) from adjacent areas with atmospheric precipitation.

#### 2.2.2.1. Calculation of $GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$

Розрахунок величини  $GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$  проводиться за формулою (12).

$$GHG_{wet\ organic\ soils, i, t} = N_{pixels, i, t} * GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} \quad (12)$$

where:

$GHG_{wet\ organic\ soils, i, t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from wet organic soils within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year);

$N_{pixels, i, t}$  – number of pixels within stratum i in year t (dimensionless);

$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from wet organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year).

The number of pixels as of year t for each of the strata is calculated using ArcGIS software.

The value of  $GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  is calculated according to formula (13).

$$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} = GHG_{CO2\ pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} + 21 * GHG_{CH4\ pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t} \quad (13)$$

where:

$GHG_{pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals from wet organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum i in year t (t CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$GHG_{CO2\ pixel\ i\ wet\ organic\ soils, t}$  – amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CO<sub>2</sub> from wet organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite

image used for earth surface classification according to strata, within stratum  $i$  in year  $t$  ( $t$  CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  – amount of greenhouse gas emissions/removals in the form of CH<sub>4</sub> from wet organic soils from the surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for earth surface classification according to strata, within stratum  $i$  in year  $t$  ( $t$  CO<sub>2</sub>e/year \* pixel);

$S_{\text{pixel}}$  – earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used to obtain spatial data concerning vegetation cover, stock of living above-ground biomass, and ground water level (m<sup>2</sup>);

21 – factor for converting the greenhouse effect of the greenhouse gas flux in the form of CH<sub>4</sub> into CO<sub>2</sub> equivalent (dimensionless).

The values of GHG CO<sub>2</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  and GHG CH<sub>4</sub> pixel  $i$  wet organic soils,  $t$  are calculated using model calculations according to the algorithm provided in Annex 1.

#### 2.2.2.2. Calculation of GHG DOC wet organic soils, $t$

The value of GHG DOC wet organic soils,  $t$  is calculated at Tier 1 as per the guidelines provided in Wetlands Supplement (2013) and using default factor values according to formula (14).

$$\text{GHG DOC wet organic soils, } t = S_{\text{wet organic soil, } t} * \text{EF DOC wet organic soils, } t * 44/12 \quad (14)$$

where:

GHG DOC wet organic soils,  $t$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from wet organic soils as of year  $t$  ( $t$  CO<sub>2</sub>e/year);

$S_{\text{wet organic soil, } t}$  – surface area under wet organic soils as of year  $t$  (ha);

EF DOC wet organic soils,  $t$  – amount of greenhouse gas emissions in the form of DOC from wet organic soils ( $t$  C/year \* ha) (default value is 0.26  $t$  C/year\*ha);

44/12 – factor for converting carbon molar mass into CO<sub>2</sub> molar mass (dimensionless).

$S_{\text{wet organic soil, } t}$  is calculated according to formula (15):

$$S_{\text{wet organic soil, } t} = \sum (N_{\text{pixels, } i, t} * S_{\text{pixel}}) \quad (15)$$

where:

$S_{\text{wet organic soil}, t}$  – surface area under wet organic soils as of year  $t$  (ha);

$N_{\text{pixels}, i, t}$  – number of pixels within stratum  $i$  in year  $t$  (dimensionless).

$S_{\text{pixel}}$  – earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used to obtain spatial data concerning vegetation cover, stock of living above-ground biomass, and ground water level ( $\text{m}^2$ ).

### 2.3. Earth surface classification into strata

For the purposes of this methodology for estimating greenhouse gas emissions/removals from organic soils of Ukraine using model calculations, earth surface is classified in terms of the following parameters:

- 1) soil type (organic – mineral);
- 2) ground water table depth (drained – wet – water table);
- 3) vegetation cover (land-use) (herbaceous vegetation – agricultural crops – bushes – wood vegetation);
- 4) organic soil type (bog soils – peaty-bog soils – peat-bog soils – lowland peatlands – carbonate lowland peatlands – medium-deep and deep low-decomposed and medium-decomposed drained peatlands – medium-deep and deep high-decomposed drained peatlands).

Model calculation of  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , and  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes is carried out for each stratum, using numeric values of model factors typical for the given stratum. Earth surface classification into strata in terms of the above-mentioned parameters is conducted during analysis of satellite images according to the algorithm described in section 2.4.4.1. Based on results of the classification, relevant thematic layers of the digital map are formed, being a component of the GIS database generating source data for the model calculations.

The list of relevant thematic layers of the earth surface strata with corresponding attributive tables will be provided in a description of the GIS database<sup>10</sup> structure that will generate source data for model calculations of greenhouse gas emissions/removals from organic soils of Ukraine.

This methodology provides for classification of the earth surface into strata according to the vegetation cover type parameters down to various detail levels: from rough summarization

---

<sup>10</sup> The GIS database is under development.

(herbaceous vegetation – bushes – wood vegetation) towards further disaggregation. Possible levels of earth surface strata disaggregation in terms of vegetation cover and corresponding land-use types are presented in Table 2.

**Table 2. Possible levels of earth surface strata disaggregation for organic soils in terms of vegetation cover and corresponding land-use types within organic soils in Ukraine**

<b>Vegetation cover type</b>	<b>Parenchymal / non-parenchymal species</b>	<b>Vegetation groups</b>	<b>Land-use category</b>
Herbaceous vegetation	Not divided	Not divided	Grassland, hayfields
Agricultural crops	Not divided	Not divided	Cropland
Herbaceous vegetation	Non-parenchymal species	Wet meadows dominated by <i>Deschampsia caespitosa</i>	Grassland, hayfields
Herbaceous vegetation	Non-parenchymal species	Wet meadows dominated by <i>Molinia caerulea</i>	Grassland, hayfields
Herbaceous vegetation	Parenchymal species	Group of hard leafless graminifolious plants from Cyperaceae and Juncaceae families	Grassland, hayfields
Herbaceous vegetation	Parenchymal species	Group of low rhizomatous and low-bush sedges	Grassland, hayfields. Wetlands
Herbaceous vegetation	Parenchymal species	Group of high bush sedges	Wetlands
Herbaceous vegetation	Parenchymal species	Group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush)	Wetlands

*Table 2 continued*

Bushes	Not divided	Not divided	Grassland, hayfields
Herbaceous vegetation	Not divided	Not divided	Forest land
Ground water outflow to surface	Not divided	Not divided	Wetlands

This methodology assumes earth surface classification within organic soils in terms of ground water table level into drained and wet soils. The strata situated on the earth surface areas

with drained organic soils include all the earth surface areas with organic soils featuring ground water discharge to the surface only during spring flood.

The strata situated on the earth surface areas with wet organic soils include all the earth surface areas with organic soils featuring ground water discharge to the surface during the period beyond spring flood and no less than for 200 days per year.

The strata situated on the earth surface areas with water table (within organic soils) include earth surface areas with open water table or covered with water vegetation during 360 days.

Possible options for earth surface division into strata for the purposes of this methodology in terms of the above-mentioned parameters are presented in Table 3. Intersection of columns and rows indicates core characteristics of the earth surface stratum allocated for the purposes of calculating greenhouse gas emissions/removals within organic soils in Ukraine.

The methodology makes it possible to increase the number of earth surface strata in case of further disaggregation of herbaceous vegetation into groups, of wood vegetation into deciduous, coniferous and mixed forests, and of agricultural crops in terms of certain crops (oats, wheat, maize, etc.).

**Table 3. Options of earth surface division within organic soils into strata for the purposes of calculating greenhouse gas emissions/removals from organic soils in Ukraine**

Parameter	Organic soil type (classification number)													
	133		135		136		138		140		151		153	
Ground water level	Drained	Wet	Drained	Wet	Drained	Wet	Drained	Wet	Drained	Wet	Drained	Wet	Drained	Wet
Herbaceous vegetation. Non-parenchymal														
Agricultural crops														
Herbaceous vegetation. Parenchymal														
Bushes														
Wood vegetation														
Open water table														

*Note: red color indicates impossible variants of combining parameters for the classification of earth surface strata for the purposes of this methodology.*

## 2.4. Verification of model calculations

For the purposes of this methodology, model calculations of greenhouse gas emissions from drained and wet organic soils in Ukraine are verified according to the following algorithm:

- carrying out instrumental measurements of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes on reference surface areas that represent isolated surface strata used for model calculations;
- using ground-based methods within reference surface area boundaries to collect source data used for model calculations of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air;
- calculating CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air within reference area boundaries using the model described in Annex 1;



- comparing the results of the estimation of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air within reference area boundaries as obtained with instrumental ground-based methods and model calculations;
- in case of considerable differences (over 20%) between the data of model calculations and instrumental measurements, correcting the values of the factors used in model calculations until the data of model calculations and instrumental measurements coincide at 95%;
- calculating greenhouse gas emissions according to this methodology for organic soils in Ukraine using the factor values that ensure 95% similarity of the data of model calculations and instrumental measurements on reference areas.

#### 2.4.1. Reference areas of earth surface for instrumental measurement of greenhouse gas emissions

The reference areas of earth surface, 0.5 ha each, are situated in the center of the earth surface area having homogenous vegetation cover of no less than 1 ha. Location and number of reference areas are provided in Table 4.

**Table 4. Location and number of reference areas for verification of model calculations of greenhouse gas emissions/removals within organic soils in Ukraine (for the purposes of this methodology)**

Stratum	Oblast	Number	No. of reference area
Drained organic soils. Herbaceous vegetation. Parenchymal	Chernihiv	1	1
Drained organic soils. Herbaceous vegetation. Parenchymal	Rivne	1	2
Drained organic soils. Herbaceous vegetation. Non-parenchymal	Chernihiv	1	3
Drained organic soils. Herbaceous vegetation. Non-parenchymal	Rivne	1	4
Drained organic soils. Bushes	Chernihiv	1	5
Drained organic soils. Bushes	Rivne	1	6

*Table 4 continued*

Drained organic soils. Deciduous trees	Chernihiv	1	7
--	-----------	---	---

Drained organic soils. Deciduous trees	Rivne	1	8
Drained organic soils. Coniferous trees	Chernihiv	1	9
Drained organic soils. Coniferous trees	Rivne	1	10
Wet organic soils. Herbaceous vegetation. Parenchymal	Chernihiv	1	11
Wet organic soils. Herbaceous vegetation. Parenchymal	Rivne	1	12
Wet organic soils. Bushes	Chernihiv	1	13
Wet organic soils. Bushes	Rivne	1	14
Wet organic soils. Deciduous trees	Chernihiv	1	15
Wet organic soils. Deciduous trees	Rivne	1	16

Reference area boundaries must be georeferenced with up to 5 m precision and put into a separate thematic layer of the digital map of the database generating source data for model calculations.

#### **2.4.2. Data collection with ground-based methods for the purposes of model factors adjustment**

The need for collecting numerical values of input parameters for model calculations is explained by the reasonability of model calibration based on the calculations for reference areas with subsequent verification of obtained values of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air by instrumental measurements with reference area boundaries.

In case the data of model calculations and those of instrumental measurements of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air within reference area boundaries are 95% similar, greenhouse gas emissions/removals from organic soils in the territory of Ukraine are conducted.

If the data of model calculations for reference areas and those of instrumental measurements differ by more than 20%, numerical values of the model factors, provided in the List of factors accepted in the model algorithm (Annex 1), are adjusted.

The list of data for collection, with ground-based methods within reference areas of the earth surface, of source data used for model calculations of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the reference area ecosystem and the atmospheric air is presented in Table 5.

**Table 5. List of data for collection, with ground-based methods within reference areas of the earth surface, of source data used for model calculations of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes between the ecosystem and the atmospheric air within organic soils in Ukraine**

Parameter	Notes
Air temperature ( $T$ ), (monthly)	Data are obtained for the current year from the nearest weather station
Ground water level ( $h_{gr}$ ), (every 10 days)	Data are obtained for earth surface areas with relevant strata
Relative air humidity ( $O_{tw}$ ) (monthly)	Data are obtained for the current year from the nearest weather station
Precipitation total ( $R$ ) (monthly)	Data are obtained for the current year from the nearest weather station
Vegetation cover / agricultural crop type index ( $Q_{crop}$ ) (one time)	According to strata classification
First vegetation month number ( $Q'_{veg}$ )	First month with mean daily air temperature above +5°C
Quantity of vegetation months ( $Q_{month}$ )	Number of months in the current year with mean daily air temperature above +5°C
Living above-ground biomass stock ( $U_r$ )	Provided for earth surface areas with relevant strata. The data collection method is described in section 2.4.2.1.
Total carbon content in soil ( $TOC$ )	Data provided by the Derzhrodiuchist laboratory for earth surface areas according to identified strata

*Table 5 continued*

Clay percentage in soil ( $Clay$ )	Data provided by the Derzhrodiuchist laboratory for earth surface areas according to identified strata
Quantity of organic fertilizers applied ( $M_{fum}$ )	Statistical data

Quantity of mineral nitrogen fertilizers applied ( $N_{fert}$ )	Statistical data
Ammonia content in soil ( $NM_4$ )	Data provided by the Derzhrodiuchist laboratory for earth surface areas according to identified strata

#### 2.4.2.1. *Determination of the living above-ground biomass stock with ground-based methods ( $AGLB_{i, m}$ )*

The data obtained with ground-based methods are applied to adjust coefficients of the regressional relationship used for estimation of the living above-ground biomass stock with remote methods according to the formulas provided in section 2.5.

Data collection with ground-based methods is conducted on the 100x100 m reference surface areas situated within Chernihiv and Rivne oblasts, with boundary coordinates determined within the 5 m accuracy.

Each surface class/stratum is represented by at least two reference areas in two model oblasts (Chernihiv and Rivne). The number of surface strata and their list are provided in Table 3.

If estimation variability of the living above-ground biomass stock for a certain stratum is high, the number of reference areas for that stratum is increased to three in order to decrease the error.

##### 2.4.2.1.1. *Estimation method for phytomass of meadows and other herbaceous groups*

Uniqueness of meadow ecosystems is determined by having mesophilic perennial grasses as their key component (mainly perennial herbs and herb-like plants). Grasses create grass stand and turf (upper soil layer intensely permeated by grass rhizomes and roots). The meadow ecosystems emerge where mesophilic grasses are more competitive than plants belonging to other ecobiomorphs (trees, bushes, sub-shrubs, mosses, lichens), i.e. under specific climatic and edaphic conditions. Herbaceous plants are less resilient, compared to trees and bushes, to drastic changes in weather conditions (to dry frosty winters, draughts, etc.), therefore fluctuation changes in the meadow ecosystems are more sharply pronounced than in forest ones. On meadows, just like in steppes, zoogenic fluctuations connected with mass reproduction of some animal species are more frequent. At the same time, however, the meadow ecosystems never face those disastrous disturbances as seen in forests during mass reproduction of some insect species when the tree layer completely dies away. Conditions of the meadow ecosystems are also considerably affected by human activities: at present, almost all meadow biocenoses are used as grassland or hayfields,

which in some cases results in the existence of exactly meadow phytocenoses because it depresses development of woody plants. All the above-mentioned features of the meadow ecosystems should be taken into consideration when organizing environmental research, particularly determination of biomass stocks.

To take samples of above-ground phytomass of herbaceous and bush-herbaceous ecosystems (meadows, grass bogs), the cuts method is used whereas the monoliths method is applied to take samples of below-ground phytomass. Since restoration of grass stand and continuous accumulation of above-ground organs mass occurs every year from the start of the vegetation period until its middle or end, the samples are taken in the period of maximum development of plants. Samples should be taken on a fine day, better round midday, given no dew.

Above-ground phytomass is determined by the cuts method, i.e. cutting grass from sample areas. The number of registration plots and the total registered area vary depending on the degree of homogeneity of grass stands and plot sizes. Most often used are plots of 1, 2, 4 or 5 m<sup>2</sup>. To determine phytomass stock to the  $\pm 10\%$  accuracy, 10 plots of 1 m<sup>2</sup> or 3-4 plots of 4 m<sup>2</sup> each are generally enough.

For gramineous meadows and waterlogged meadows dominated by rushes and sedges, 1 m<sup>2</sup> plots in 10 replications are recommended, whereas 4 m<sup>2</sup> plots in four replications are recommended for herbaceous groups of sandy ridges (because of their lower importance for general projective coverage and greater patchiness). An above-ground layer is cut at the soil surface level, using scissors or garden shears (for tough stems). When cutting, a little sheaf should be made of grass to reduce damage to the plant during transportation. Samples are taken into similar polythene bags; a label with the sample number is put into each bag; and each bag is tightly closed. Later on, fallen leaves and litter are collected into separate bags on the same plots.

To determine wet weight of the samples, it is recommended to weigh them in a laboratory directly in closed bags, and then deduct the bag and label weight from the resulting mass. This method enables determining wet weight of plants more precisely because some part of moisture already condenses on bag walls during transportation. After weighing, the samples must be sorted by plant type and fraction as soon as possible: herbage, dry last-year remains (that will go to fallen leaves), perennial organs (if any). Herbage of each type and fraction is put into standard dry paper envelopes which are then supplied with a label showing the sample number and the type (fraction) name. The envelopes are weighed, and deduction of the envelope mass gives the value of wet weight of each type (fraction) in the sample. The total of wet weights by fractions/types will give a number close to the wet weight of the whole sample weighed before. A surplus – weight of

moisture condensed inside the bag – can be proportionately distributed by adding to fraction/type weights (if assuming that all the types transpired with the same intensity). Determination of phytomass stocks is important for subsequent monitoring of meadow ecosystems because it allows determining biomass stocks at different dominant distribution.

To obtain the value of dry weight of each type/fraction in the sample, the sample envelopes are dried in a drying cabinet at 110°C to absolutely dry weight and are re-weighed. The total of net weights of all fractions/types constitutes dry weight of the sample.

#### 2.4.2.1.2. Estimation method for phytomass of bog ecosystems

A bog is a specific natural site featuring permanent or long-term heavy wetting and prevailing moisture-loving vegetation. Bog ecosystems are not homogenous and often form a complex consisting of mini-ecosystems. Main territorial sections (sites) of bog vegetation include microcenoses, phytocenoses, bog facies, bog bodies and their systems. All of them have boundaries and are affected by certain leading factors determining their properties and structure. Therefore, each of them is matched by its own structural organization level, examining which assumes application of different methods.

To estimate bog phytomass stocks, the same basic methods as for meadows are used, i.e. cuts and monoliths. However, considering high patchiness of bog vegetation cover, the first thing to do is to map the bog body to the greatest possible detail, identifying bog facies (a mapping method based on satellite imagery can be applied), and to describe each facies' floristic composition.

#### 2.4.2.1.3. Determination of the living above-ground phytomass stock in forests

In each type of forest ecosystems, one sample area is taken to conduct measurements and surveys that don't break the initial condition of phytocenosis. A buffer zone should be indicated around the sample area and isolated from traditional economic activities to be used for cutting of model trees, recording of grass cover, underbrush and saplings; besides, the buffer zone is required to take monoliths for determination of root phytomass, arrange soil profiles, etc. A sample area is chosen in the most typical place of the phytocenosis under study with a forest stand most homogenous in terms of all forest management indicators and growth conditions. The sample area must not include slope parts differing in terms of exposition and steepness. Sample areas should be arranged at no less than 30 m from compartment lines, roads, forest boundary and open edges. Old overmature trees must not be included in a sample area, and "windows" in the crown layer are not allowable.

The area form should preferably be made orthogonal, with a longer side oriented across the slope. The area size must be such as to include at least 200 trees of the forest's main element: for age class I tree stands – at least 0.05 ha (50x10 m); age class II – 0.10 ha (50x20 m); age class III – 0.20 ha (100x20 m); IV and older – 0.25 ha (100x25 m). The age class for coniferous and hard-leaved seed forest stands is 20 years, for others being 10 years.

On the sample areas, a geobotanical description is compiled, specifying each wood species, and trees (living) are recorded with separate accounting for dead wood. For each tree, a bracket is used to determine diameter at 1.3 m up from the root collar (at breast height); besides, tree height is measured using an altimeter (better optical).

Stock of damp stem wood ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) disaggregated by species is determined based on the calculation of stem wood stock for model trees; the resulting data are used to define equations of connection between weight (kg) of separate phytomass fractions (stem wood and bark, branches, leaves, etc.) and  $d^2$  or  $d^2h$ , where  $d$  is a breast-height stem diameter (cm),  $h$  is tree height (m). For young plants, diameter values at 0.3 m from ( $d_{0,3}$ ) or near ( $d_0$ ) the root collar are often used; for crown fractions, the stem diameter at the crown beginning ( $d_k$ ) is used. Calculated relationships, so-called conversion factors by forest age and density grades, are then used to calculate the total phytomass stock in the tree stand.

Model trees are selected as follows. Based on results of taxation on a sample area, all trees are divided into several classes by diameter (e.g. three classes) and height (if trees of the same diameter have greatly varying heights). Height and diameter are calculated for an average tree of each of the classes. Average trees are found in a sample area's buffer zone, and each fraction (or its share) is cut and weighed separately: bark, small branches, leaves. Weight of stem and main branches wood is determined via linear dimensions, using wood density values.

Undergrowth and bush layer biomass is accounted for by a transect method. Along a longer side of the sample area a transect is laid, along which small sample areas (5x5 m) in 5-10 replications are arranged at equal intervals. Undergrowth/bush layer should be removed on the areas, sorted into above-ground fractions, and weighed. Results are extrapolated to the entire area.

Above- and below-ground phytomass stocks in the grass layer are determined with a standard cuts and monoliths method, like for herbaceous ecosystems (see above) on 1  $\text{m}^2$  plots in 10 replications. If the herbaceous cover composition on the entire sample area is not uniform, samples should be taken in three replications from each type of the herbaceous phytocenosis.

### **2.4.3. Instrumental measurement of greenhouse gas fluxes between the ecosystem and the atmospheric air**

Data from model calculations of greenhouse gas emissions/removals from organic soils in Ukraine are verified with data from direct ground-based instrumental measurements of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes on reference areas situated in Chernihiv and Rivne oblasts, using the microclimatic survey method (eddy covariance)<sup>11</sup>. Location of the reference areas for verification of model calculations is provided in Table 4. Reference area boundaries are included in a relevant thematic layer of the digital map of the GIS database created for the purposes of this methodology.

Measurement of greenhouse gas emissions/removals from organic soils in Ukraine with the aid of the microclimatic survey method is conducted by mobile units during one week on every individual area. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes are measured using TGA100A analyzer with a tunable diode laser. Based on laser absorption spectroscopy built on the tunable diode, TGA100A trace gas analyzer has necessary sensitivity to measure external gradients of trace gases, including N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>, and a frequency response sufficient for applying programs to calculate eddy covariance.

The primary data obtained from sensors are sent to one of the EUROFLUX project partners (<http://www.unitus.it/dipartimenti/disafri/progetti/eflux/euro.html>) for filtering and calculation of nitrous oxide emissions per unit surface area.

Based on the data obtained from direct measurements of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O from the earth surface, verification of estimated data for surface areas within reference area boundaries are verified. An estimated data error is calculated, and factors are adjusted to decrease the error.

### **2.4.4. Source data and their format**

The list of source data used to calculate greenhouse gas emissions/removals from surface areas with organic soils with various land-use regimes is provided in Table 6.

---

<sup>11</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.



**Table 6. Source data used to calculate greenhouse gas emissions/removals from surface areas with organic soils in Ukraine and their format**

<b>Parameter</b>	<b>Format in which data exist</b>	<b>Format required for use according to the methodology</b>
Boundaries of district-level administrative units	Digital map thematic layer	Digital map thematic layer
Vegetation cover type	Satellite multispectral image	Digital map thematic layer
Ground water table level	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Surface altitude above sea level, relative changes	Radar satellite image	Digital map thematic layer
Amount of applied mineral nitrogen fertilizers	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Amount of applied organic fertilizers	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Annual stock of living above-ground biomass	Satellite multispectral image	Digital map thematic layer

*Table 6 continued*

Peat soil type and organic soil boundaries	Cartographic materials	Digital map thematic layer
Specific density of peat soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
pH of peat soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Ammonia content in soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Nitrate content in soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Humus content in soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Wilting moisture	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Discontinuous capillary moisture	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Minimum moisture-holding capacity of soil	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Total moisture-holding capacity of soil (in the 0-50 cm layer)	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Average monthly air temperature	Data in Excel format or on paper media	Digital map thematic layer
Average monthly precipitation total	Data in Excel format or on	Digital map thematic layer

	paper media	
--	-------------	--

Source data on paper media or in the electronic format other than GIS and/or Excel are converted to Excel format. Source data in Excel format are converted to GIS format.

#### *2.4.4.1. Methods for processing of primary spatial data (satellite images)*

Processing of satellite images to collect spatial data is conducted according to generally accepted methods, description of which is not included in this methodology, and provides for the following steps:

- 1) selection of images by terms (July-August);
- 2) image loading from the archive;
- 3) stitching of spectral channels for each scene;
- 4) image conversion into a working format;
- 5) image geo-referencing;
- 6) image atmospheric correction;
- 7) cutting and stitching of individual satellite image scenes;
- 8) uncontrolled image classification;
- 9) verification of obtained data with ground-based means;
- 10) controlled image classification;
- 11) determination of the land classification uncertainty level/error by land-use category.

#### *2.4.4.2. Data sources*

This methodology provides for utilization of the following spatial information sources:

- Landsat TM multispectral satellite images. Pixel size: 28x28 m. For retrospective analysis needs;
- RapidEye multispectral satellite images. Pixel size: 5x5 m. For current needs;
- Soils of Ukraine map. Scale 1:200000. 1970 survey;
- Peatlands of Ukraine map. Scale 1:200000. 1970 survey;
- Map charts of ameliorative systems of Ukraine. Scale 1:5000;
- Map charts of the Nature Reserve Fund sites. Scale 1:100000;
- Administrative Division of Ukraine map. Scale 1:50 000.

The list of data sources used to calculate greenhouse gas emissions/removals from surface areas with organic soils with various land-use regimes is provided in Table 7.

**Table 7. Parameters and sources of data used to calculate greenhouse gas emissions/removals from surface areas with organic soils in Ukraine**

Parameter	Data source
Boundaries of district-level administrative units	Digital map thematic layer
Vegetation cover type	Landsat TM / RapidEye multispectral satellite images
Ground water table level	Geological and ameliorative expeditions of Ukraine Radar image
Surface altitude above sea level, relative changes	Radar image
Amount of applied mineral nitrogen fertilizers	Statistical data by farm
Amount of applied organic fertilizers	Statistical data by farm

*Table 7 continued*

Annual stock of living above-ground biomass	Landsat TM / RapidEye multispectral satellite images
Peat soil type and organic soil boundaries	Soils of Ukraine map. Scale 1:200000. 1970 survey
Specific density of peat soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
pH of peat soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Ammonia content in soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Nitrate content in soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Humus content in soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Wilting moisture	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Discontinuous capillary moisture	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Minimum moisture-holding capacity of soil	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Total moisture-holding capacity of soil (in the 0-50 cm layer)	Derzhrodiuchist oblast laboratories
Average monthly air temperature	Ukrainian weather stations
Average monthly precipitation total	Ukrainian weather stations

## 2.5. Estimation of the living above-ground biomass stock with remote methods (AGLB<sub>pixel</sub>

*dry mass, i, p, tn)*

The living above-ground biomass stock for the purposes of this methodology is estimated for the earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for remote data collection. To determine the living above-ground biomass stock, JERS-1/SAR backscatter L-band channels are used, combined with Landsat B4/B5.

The calculation is conducted in two stages:

- Stage one: the living above-ground biomass stock is determined according to the regression provided below, which is calculated for the USA territory, with subsequent adjustment of the data on living above-ground biomass obtained on test areas in Chernihiv and Rivne oblasts. The living above-ground biomass stock is determined according to the regression calculated for the USA while data from verification with ground-based methods are absent. Such an approach has been applied for retrospective analysis and calculation of greenhouse gas emissions/removals from organic soils since 1990.
- Stage two: a country-specific regression is calculated between the channels of radar and multispectral satellite images of L-band JERS-1/SAR backscatter and Landsat B4/B5 and the biomass stock, data about which were collected with ground-based methods on reference areas. The living above-ground biomass stock is calculated for entire Ukraine based on the obtained regression coefficients using remote methods for earth surface analysis and satellite imagery.

The living above-ground biomass stock of the earth surface area equivalent to the area of one pixel of the satellite image used for data collection is calculated according to the following formulas<sup>12</sup> (16-17):

$$AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}} = CF * 2^{\ln(AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}})} \quad (16)$$

$$\ln(AGLB_{\text{pixel dry mass, i, p, tn}}) = 2.3759 * (B4/B5) + 0.5542 * \delta + 4.0948 \quad (17)$$

$$(r^2 = 0.72,)$$

where:

B4 – average value of the spectral response of 9 pixels (3x3 pixels or 90x90 m area),  
Landsat B4 channel;

B5 – average value of the spectral response of 9 pixels (3x3 pixels or 90x90 m area),  
Landsat B5 channel;

$\Delta$  – JERS-1/SAR backscatter coefficient.

---

<sup>12</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.

$$^2 \quad CF = e^{SEE/2} \quad (18)$$

where:

CF – correction coefficient for determining a number from its logarithm<sup>13</sup> ;

SEE – standard estimation error.  $SEE = 0.78$

Based on results of the calculations, the digital map thematic layer “Living above-ground biomass stock as of  $t_{n-1}$ ” is created. Data generated by the thematic layer are input for calculating the annual greenhouse gas emissions/removals from organic soils in the form of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O.

The following steps are taken in the second stage:

- the living above-ground biomass stock on reference areas is estimated according to the requirements of data collection with ground-based methods for each stratum. Data collection period: July-August;
- boundaries of areas for data collection with ground-based methods are geo-referenced with 20 m accuracy;
- average value of spectral responses of 9 pixels (3x3) of Landsat B4 and B5 channels is determined as of the current year and period of data collection with ground-based methods within each stratum for the areas located near the areas of data collection with ground-based means;
- average value of L-band JERS-1/SAR backscatter coefficients of 9 pixels (3x3) is determined as of the current year within each stratum for the areas located near the areas of data collection with ground-based means;
- linear regression is calculated between the average values of spectral responses of L-band JERS-1/SAR backscatter and Landsat B4/B5 satellite image channels and the living above-ground biomass stock in corresponding spatial points. The regression is calculated as of the current/reporting year ( $t_n$ );

---

<sup>13</sup> Chen, W. (Wenjun), Chen, W. (Weirong), Li J., Zhang, Y., Fraser, R., Olthof, I., Leblanc, S. G., and Chen, Zh. Mapping Aboveground and Foliage Biomass Over the Porcupine Caribou Habitat in Northern Yukon and Alaska Using Landsat and JERS-1/SAR Data, Remote Sensing of Biomass - Principles and Applications, Dr. Lola Fatoyinbo (Ed.), 2012. ISBN: 978-953-51-0313-4, InTech, DOI: 10.5772/19219. – P 243-264.

- the living above-ground biomass stock for the territory of Ukraine is calculated according to formulas 16-18 using the regression obtained on the test earth surface areas situated in Chernihiv and Rivne oblasts;
- the digital map thematic layer “Living above-ground biomass stock as of year  $t_n$ ” is created. Data generated by the thematic layer are input for calculating the annual greenhouse gas emissions/removals from organic soils in Ukraine.

## 2.6. Output data and their format

The methodology provides for presentation of spatial data in GIS format as thematic digital raster layers with attribute tables and of relevant summarized data in Excel format.

The full list of the digital map thematic layers constituting the structure of the GIS database that generates source data for model calculations, with relevant attribute tables, and the list and structure of Excel files are provided in the description of the GIS database structure being a component of this methodology (currently under development).

The list of main thematic digital raster layers for presentation of final data concerning the estimation of greenhouse gas emissions/removals from organic soils includes:

- CO<sub>2</sub> emissions from organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CH<sub>4</sub> emissions from organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- N<sub>2</sub>O emissions from organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CO<sub>2</sub> emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of drained organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CH<sub>4</sub> emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of drained organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- N<sub>2</sub>O emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of drained organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CO<sub>2</sub> emissions from the soil pool in the form of DOC from drained organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> та CO emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of drained organic soils due to fires during the reporting year;
- CH<sub>4</sub> emissions from the artificial water bodies situated within drained organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CH<sub>4</sub> emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of wet organic soils in Ukraine as of the reporting year;

- CO<sub>2</sub> emissions from the soil, living above-ground biomass, living below-ground biomass and litter pools of wet organic soils in Ukraine as of the reporting year;
- CO<sub>2</sub> emissions from the soil pool in the form of DOC from wet organic soils in Ukraine as of the reporting year.

## **Annex 1. Modeling of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom**

### **1. Modelling approaches**

Dynamic modeling of soil organic matter transformation processes is part of a more complicated task – modeling of soil formation and functioning processes and of development of the entire soil system as a whole. Such modeling is an important tool to study the soil system functioning and forecast its changes as well as to assess quantitatively the role of soil cover in the greenhouse gas balance in atmosphere and in the climate change processes.

Dynamic modeling of soil organic matter evolved both within the framework of agricultural ecosystem model creation and independently, mostly for forest soils. In the development process, key conceptual approaches were defined to estimate the dynamics of transformation processes for organic matter of plant residues and soils as well as greenhouse gas emissions. In particular, results of analysis of the plant residue and soil organic matter mineralization processes, presented in [3], suggest that the transformation pace has two different stages: fast mineralization phase and slow mineralization phase. The fast mineralization phase is rather short, ending in the first months of plant residue decomposition and giving place to a long slow mineralization phase. Such a pattern of dynamics in losing the plant residue mass during decomposition can be explained by various reasons. For example, the fast mineralization phase is usually associated with transformation of fresh plant residue material and with the components quickly mineralizing. The slow mineralization phase is explained in different ways: on the one hand, as an inhibiting impact concerning accumulated lignin, and, on the other hand, as a result of formation of humus substances that block further fast decomposition of plant residues.

The vegetation character is a powerful factor influencing humification. Since herbaceous vegetation dies away annually, it provides the largest plant litter, mainly in the form of root residues, which promotes fast joining of their decomposition products with a mineral part of soil and protection against excessive mineralization. As a result of this process, humus content in soil increases.

Green plant residues come in soil as above-ground litter and dead root systems. The quantity of organic matter coming in soil varies depending on the soil and vegetation zone, composition, age and density of vegetation as well as on the herbaceous cover development degree. The most substantial source of soil organic matter consists of the vegetation that mobilizes and accumulates in edaphotops a stock of potential energy and biophile elements. Vegetation productivity of various



ecosystems is not the same: from 1-2 t/ha of dry matter per year in tundra to 30-35 t/ha in rainfall forests.

On soils covered with herbaceous vegetation, the main source of humus consists of roots, mass of which in one-meter-thick soil layer is 8-28 t/ha (steppe). Herbaceous vegetation in the zone of coniferous and mixed forests (woodlands) accumulates 6-13 t of roots per hectare in one-meter-thick soil layer on dry meadows, 6-15 t/ha of organic residues on lands under perennial sown grasses is and 3.1-15 t/ha under annual crop plants.

Due to leaf and branch shedding, forest vegetation forms a thick litter, therefore roots' involvement in humus formation is minor. As far as soil profile is concerned, root residue content decreases with depth. These residues are often used by soil fauna and microorganisms, due to which organic matter transforms into secondary forms. Chemical composition of organic residues is quite diverse, including water (70-90%), proteins, lipids, lignin, resins, wax, and tannins. Most of these compounds are high-molecular (molar mass 104-106). Wood is decomposed slowly because it contains great quantities of resins and tannins that are transformed only by specific microflora. Legume grasses are decomposed quite quickly instead, because they are rich with proteins and carbohydrates. Quantity of ash elements is large in grass and small in tree plants. In cropland, residues of cultivated plants and organic fertilizers are a source for humus formation.

Speed and direction of humification depend on many factors, key ones being quantity and chemical composition of plant residues, hydrological and air regimes, composition of soil microorganisms, soil solution reaction, and soil grain-size distribution. Several situations can be highlighted, describing impact of the soil water-air regime upon humification:

1) The following options are possible in aerobic conditions: a) given sufficient moisture content and temperature of 25–30°C, decomposition and mineralization are occurring intensely, hence the quantity of humus accumulated is small; b) if moisture content is not sufficient, little organic matter is created at all, its decomposition and mineralization become slower, therefore the quantity of humus is also small.

2) In anaerobic conditions, given permanent excess of water and shortage of oxygen, decomposition of organic residues becomes slower; activity of anaerobic microorganisms results in formation of methane and hydrogen that suppress microbiological activity, humus formation is quite weak, and organic residues are conserved in the form of peat (bog soils).

3) Alternation of optimal hydrothermal conditions and some periodic soil drying-up is the most favorable option for humus formation. Under such conditions, organic residues are gradually

decomposed, humification is rather intense, and humus becomes permanent in drought periods (black soil).

Drainage of peat soils causes emission of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O. Overmoisturization of peat soils results in suppression of aerobic emission of CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O and leads to larger CH<sub>4</sub> emission.

During the recent 20 years, development of modeling of greenhouse gas emissions from organic soils has also been taking place (models of the peat soil, wetland, and forest soil types). Such models can be rather arbitrarily divided in terms of their creation directions.

The first direction includes models simulating soil carbon dynamics and CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emission [11; 19; 20; 21].

The second direction is made up of models considering soil nitrogen nitrification and denitrification processes and N<sub>2</sub>O emission [14; 16].

Integrated models simulating soil carbon dynamics, soil nitrogen transformation processes, and CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O emission [12; 13; 15; 18] can be included in the third direction.

Most models are aimed at obtaining estimates of greenhouse gas emissions from organic soils on the regional and national levels.

## **2. Description of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)**

*The concept of modeling* the organic matter behavior in organic soils (peatlands) and the carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom is grounded on the principles formulated for mineral soils in ROTHC model [9; 10] and SUNDIAL [8; 17] and later on developed by J. Smith et al. (2010) [18] in their works on the creation of ECOSSE model for organic soils. These principles are based on substantiation of a concept of dividing organic material of plant residues and soil into active and passive compartments and subsequent quantitative description of their behavior.

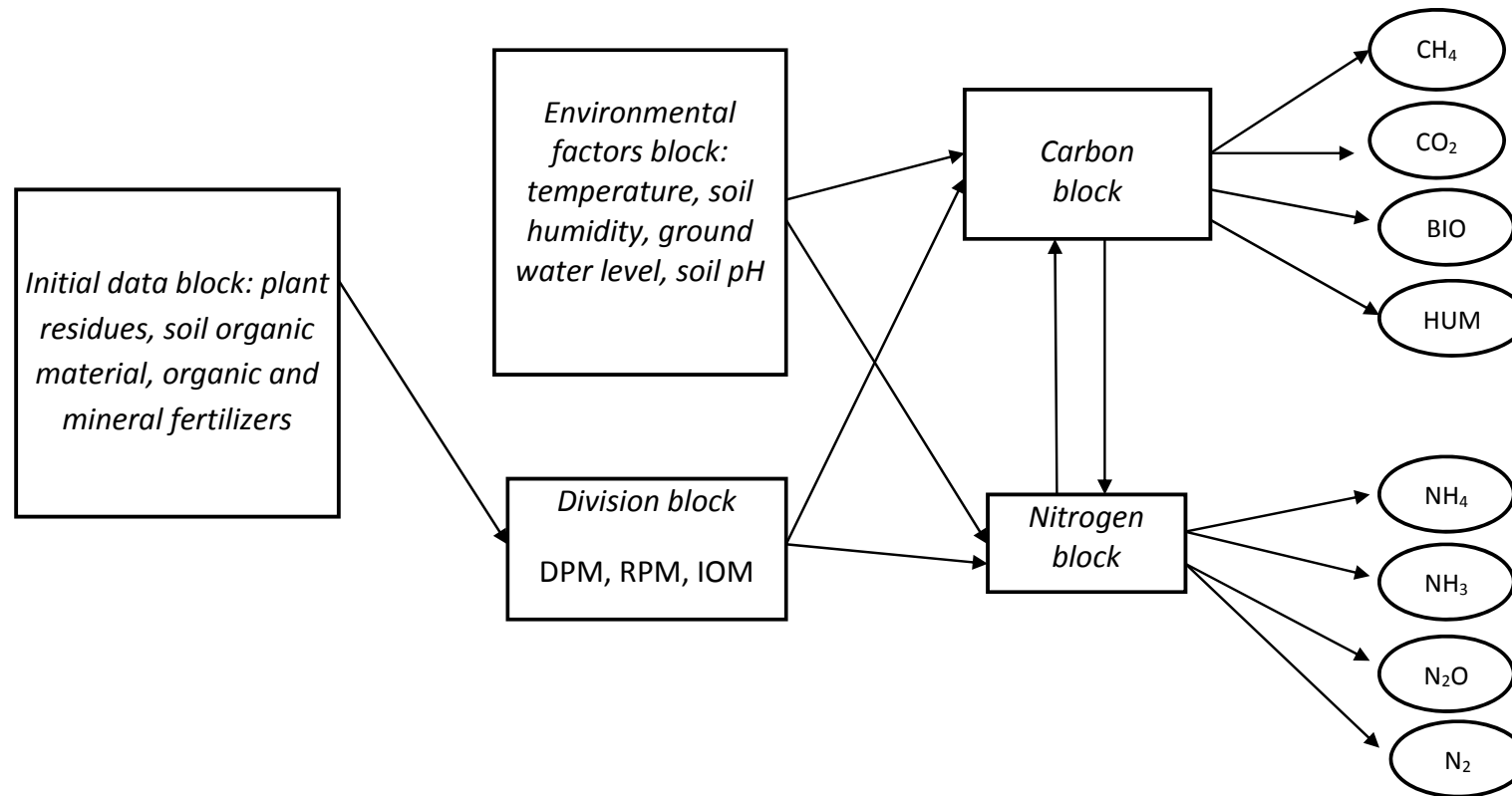
*The structure of the model* of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model) is represented as a summarized flowchart in Fig. 1.

The model consists of five major blocks:

- 1) initial data block that includes data about the organic matter of plant residues, soil organic material, and amounts of applied organic and mineral fertilizers;

- 2) environmental factors block that includes characteristics of hydrophysical and agrochemical soil properties;
- 3) block of division into persistent organic material RPM, decomposition organic material DPM, and inert organic material IOM;
- 4) carbon block;
- 5) nitrogen block.

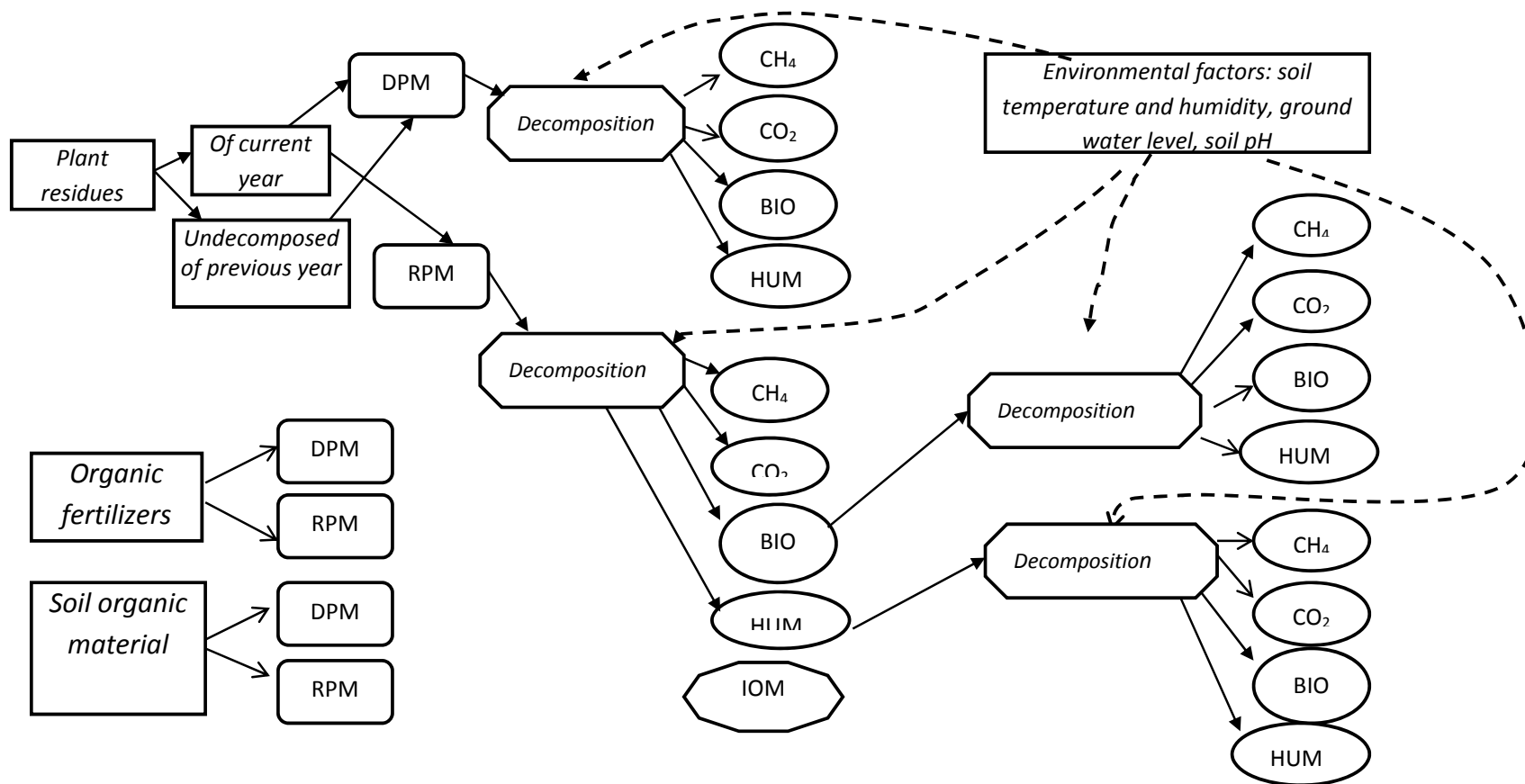
Inheriting the work by J. Smith et al. (2010) [18], the model's carbon block (Fig. 2) divides the organic matter of plant residues and the soil organic matter into two active compartments and one inert compartment. Besides, the model distinguishes persistent organic material RPM, decomposition organic material DPM, inert organic material IOM, microbiological biomass pool BIO, and humus pool HUM. The model includes all main processes of C and N cycle, intensity of which is described by a first-order equation. Process rate will be a specific parameter for each pool, depending on impact of such environmental factors as air and soil temperature, soil humidity, vegetation type and sizes, soil mechanical composition, and soil pH. During the decomposition process, organic matter exchange between pools is taking place. Under aerobic conditions, the decomposition process results in carbon loss in the form of  $\text{CO}_2$  whereas carbon loss in the form of  $\text{CH}_4$  prevail under anaerobic conditions.



**Fig. 1. Summarized flowchart of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model):**

DPM – decomposable materials; HUM – humified material; RPM – resilient material;

IOM – inert organic material; BIO – microbiological biomass.



**Fig. 2. Carbon block of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model):**

DPM – decomposable materials; HUM – humified material; RPM – resilient material;

IOM – inert organic material; BIO – microbiological biomass.

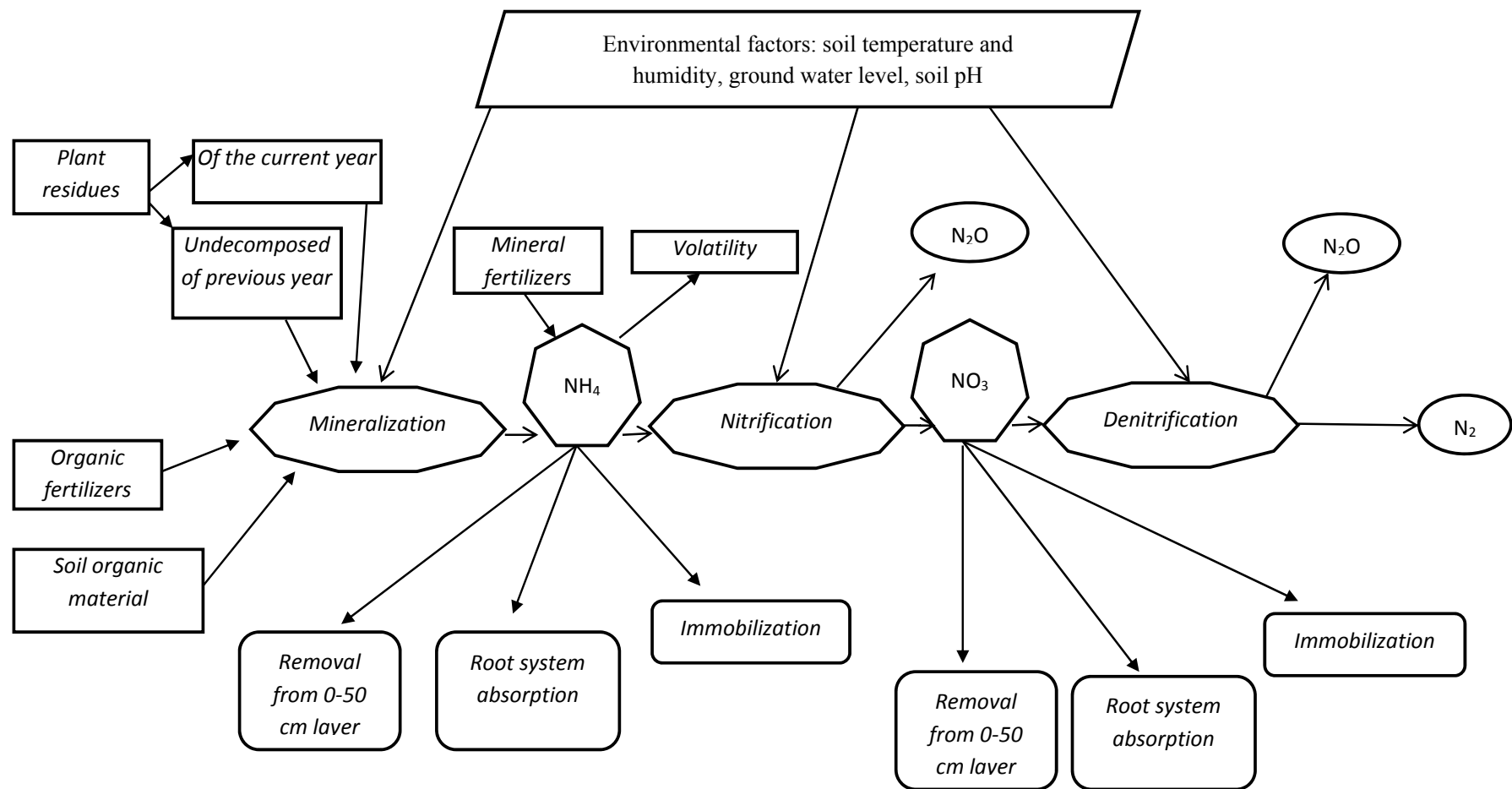
The model's nitrogen block (Fig. 3) considers a link between soil nitrogen content and decomposition of soil organic material with a stable C:N ratio for each pool maintained during the mineralization or immobilization process. During decomposition  $\text{NH}_4$  is emitted, which is transformed during nitrification into  $\text{NO}_3$  and then – during denitrification – into  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{N}_2$ . This block also considers impact of environmental factors (air and soil temperatures, soil humidity, soil pH) upon the intensity of mineralization, nitrification and denitrification processes. During nitrification and denitrification, emission of  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{N}_2$  is observed. The nitrogen block (Fig. 3) covers modeling of key transformation processes of nitrogen forms under the influence of environmental factors. Such processes include ammonification, nitrification, denitrification, immobilization, nitrogen absorption by the root system of plants, nitrates removal outwards from a 0-50 cm soil layer during moisture infiltration, and  $\text{N}_2\text{O}$  emission during nitrification and denitrification.

***The algorithm of the model*** of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model) consists of input information, calculation formulas, and output information.

*Input information* of the model includes three information types.

First type – *Profile of area* (field) with organic soil, which covers total soil carbon content; soil clay percentage; amount of applied organic fertilizers; amount of nitrogen applied with mineral fertilizers; initial data on ammonia content; agrohydrological soil profile.

Second type – *Vegetation*, which contains information on natural vegetation type; agricultural crop on the area; number of the first growth month of natural vegetation (agricultural crop); number of growth months of natural vegetation (agricultural crop); weight of the above-ground part of natural vegetation; number of willow bushes or trees per 1 ha; yield of main agricultural crop production.



**Fig. 3. Nitrogen block of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)**

Third type – *Monthly information*: air temperature and relative humidity; ground water level; precipitation total; number of days in each month; conventional value indicating the month's number; conventional value indicating the number of ten-day periods in each month when the ground water level was 20 cm deep or less; conventional value indicating presence of growth of natural vegetation or agricultural crop in each month.

**Calculation formulas** cover calculation of all the model state variables. Soil moisture stock (equation 1 of the algorithm) is calculated on the basis of the dependence between soil moisture stock and ground water level, obtained from materials by V.F. Shebeko (1970) [6]. Evaporability is calculated according to the formula proposed by M.M. Ivanov (1954) [2] whereas infiltration is estimated according to a simplified water balance equation.

Soil temperature (equation 2 of the algorithm) at 20 cm depth is calculated with the aid of the regression equations for transition from air temperature to soil temperature, obtained from materials by O.M. Shulhin (1972)[7] and V.N. Adamenko (1979)[1].

The algorithm provides for calculation of coefficients of basic and auxiliary equations according to the method proposed by J. Smith et al. (2010) [18] for the calculation of decomposition of organic matter of plant residues and methane emissions (equation 3), nitrification (equation 4), and denitrification (equation 5).

Based on materials of the project “Avoidance of Greenhouse Gas Emissions by Restoration and Sustainable Management of Peatlands in Ukraine”<sup>14</sup>, calculation formulas (equation 6) were designed to calculate plant residues for natural vegetation, covering wet meadows dominated by *Deschampsia caespitosa*, wet meadows dominated by *Molinia caerulea*, group of hard leafless graminifolious plants from *Cyperaceae* and *Juncaceae* families, group of low rhizomatous and low-bush sedges, group of high bush sedges, group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush), and willow aged up to 7 years, 8-10 years, 10-12 years, and over 12 years.

To calculate plant residues of the set of agricultural crops, the regression equations (equation 7), suggested by A.A. Novikov (2012)[4], are used.

---

<sup>14</sup> This project was funded by the government of the Federal Republic of Germany via the German Bank for Reconstruction and Development (KfW Entwicklungsbank) in the framework of the international initiative for adaptation to climate change realized by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU, Germany). The project was implemented in 2012-2013 by the Ukrainian Society for Protection of Birds (USPB – BirdLife Ukraine) in partnership with the Royal Society for Protection of Birds (RSPB, UK) and Michael Succow Foundation (Germany), supported by the Ministry of Environment of Ukraine and the National Agency of Ecological Investments. Scientific work within the project framework was carried out under the lead of O.Yu. Mykytiuk.



Based on a work by A.N. Polyovyi (1983)[5], a system of equations (equation 8) is proposed, allowing separation of plant residues by points of growth of natural vegetation or an agricultural crop.

According to J. Smith et al. (2010) [18], calculation is conducted of the decomposition and further pattern of mineralization of the previous year's undecomposed plant residues, the current year's plant residues, soil organic material, and organic material of organic fertilizers (equations 9-19), carbon and ammonia formation, and production of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in the organic material mineralization process (equations 21-36).

The C/N ratio is calculated for plant residue organic material, soil organic material, organic material of organic fertilizers, and a total value for the entire system (equation 37).

Based on a work by Parton W.J., Mosier A.R. et al. (1996) [14], calculation is conducted of nitrification, denitrification and emissions of N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub> during the above-mentioned processes (equations 38-39), and ammonia volatility in application of organic and mineral fertilizers is estimated (equation 40).

Nitrates removal from the 0-50 cm soil layer due to moisture infiltration in lower soil layers is calculated (equation 41). Calculations of nitrogen immobilization are conducted (equation 42). Nitrogen absorption by the root system of plants (equation 43) is calculated with account of actual agricultural crop yield.

The equation of ammonia/nitrates balance in soil (equation 44) contains all components of input and consumption of these nitrogen forms in soil.

*Total annual greenhouse gas emission is calculated as follows:*

- CO<sub>2</sub> emission with equation (36);
- CH<sub>4</sub> emission with equation (46);
- N<sub>2</sub>O emission with equation (47).

*Output information* includes monthly values of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O emissions from an organic soil area, from an agricultural crop field situated on peat soil, and total annual emission of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O.

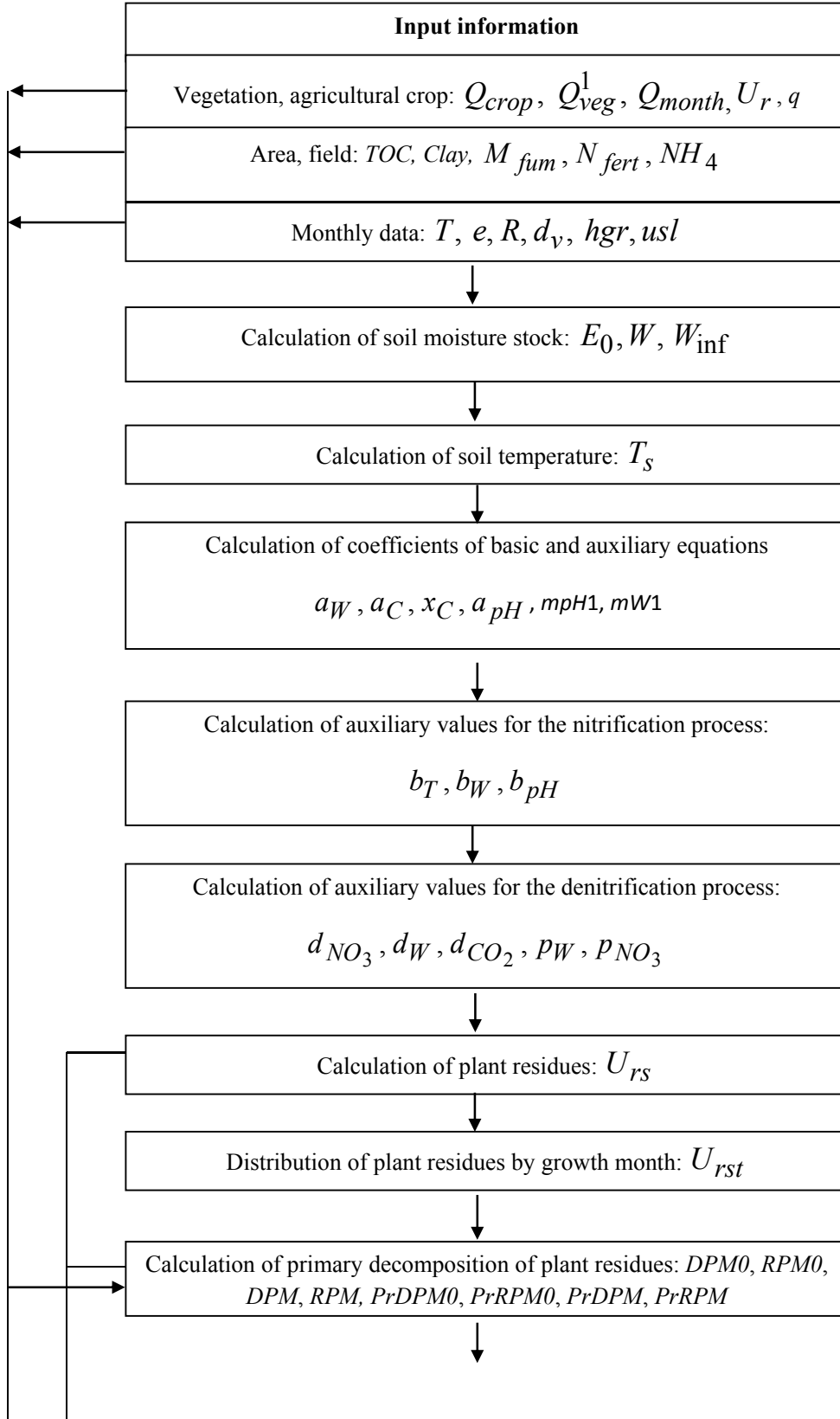
## References

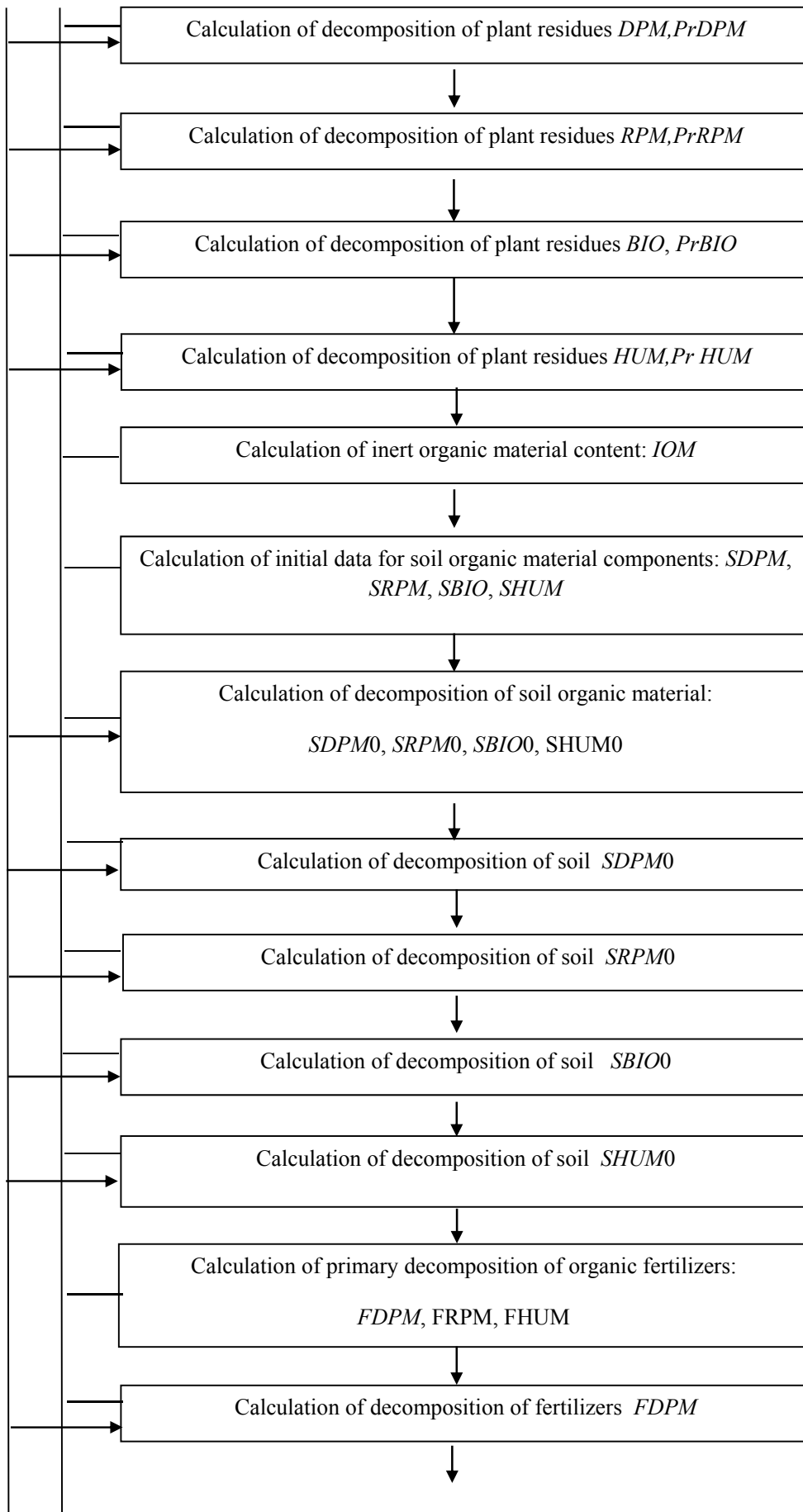
1. Адаменко В.Н. Мелиоративная микроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 183 с.
2. Иванов Н.Н. Об определении величин испаряемости //Известия ВГО, 1954. – Т. 86. – № 2.
3. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. /Под ред. В.Н. Кудеярова. – М.: Наука, 2007. – 380 с.
4. Новиков А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах //Научный журнал Куб. ГАУ, 2012. – № 78 (04). – С. 1-10.
5. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
6. Шебеко В.Ф. Расчеты режима увлажнения при проектировании осушения заболоченных территорий //В сб.: Увлажнение осушаемых земель. – М.: Колос, 1974. – С. 8-13.
7. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 320 с.
8. Bradbury, N.J., A.P. Whitmore, P.B.S. Hart & D.S. Jenkinson. Modelling the fate of nitrogen in crop and soil in the years following the application of  $^{15}\text{N}$ -labelled fertilizer to winter wheat //Journal of Agricultural Science (Cambs), 1993 - 121:363-379.
9. Coleman K, Jenkinson DS. RothC-26.3 - A model the turnover of carbon in soil. In: Powlson DS, Smith P, Smith JU (ed) Evaluation of soil organic matter models using existing long-term datasets // NATO ASI Series I, 1996., vol. 38. Springer, Berlin, pp 237–246.
10. Jenkinson, D.C., and J.H. Rayner. The turnover of soil organic matter in some of the Rosamsted classical experiments//Soil Sci, 1977 – 123:298-305.
11. Komarov A.S., Chertov O.Q. et al. EFIMOOD-2 – The system of simulation models of forest growth and elements cycles in forest ecosystems // Ecol. Modeling, 2003. – V. 170. – P. 373-392.
12. Luo G.J., Bruggemann N. et al. Decadal variability of soil  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  and  $\text{CH}_4$  fluxes at the Hoglewald forest Germany //Biogeosciences. – 2012. – V. 9. – P. 1741-1763.
13. Morishita T., Matsuura Y. et al.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$  fluxes from a larch forest soil in Central Siberia. Symptom of environmental change in Siberia Permafrost Region //Ed. Hatano R. Hokkaido University Press – Sapporo: 2006. – P.1-9.

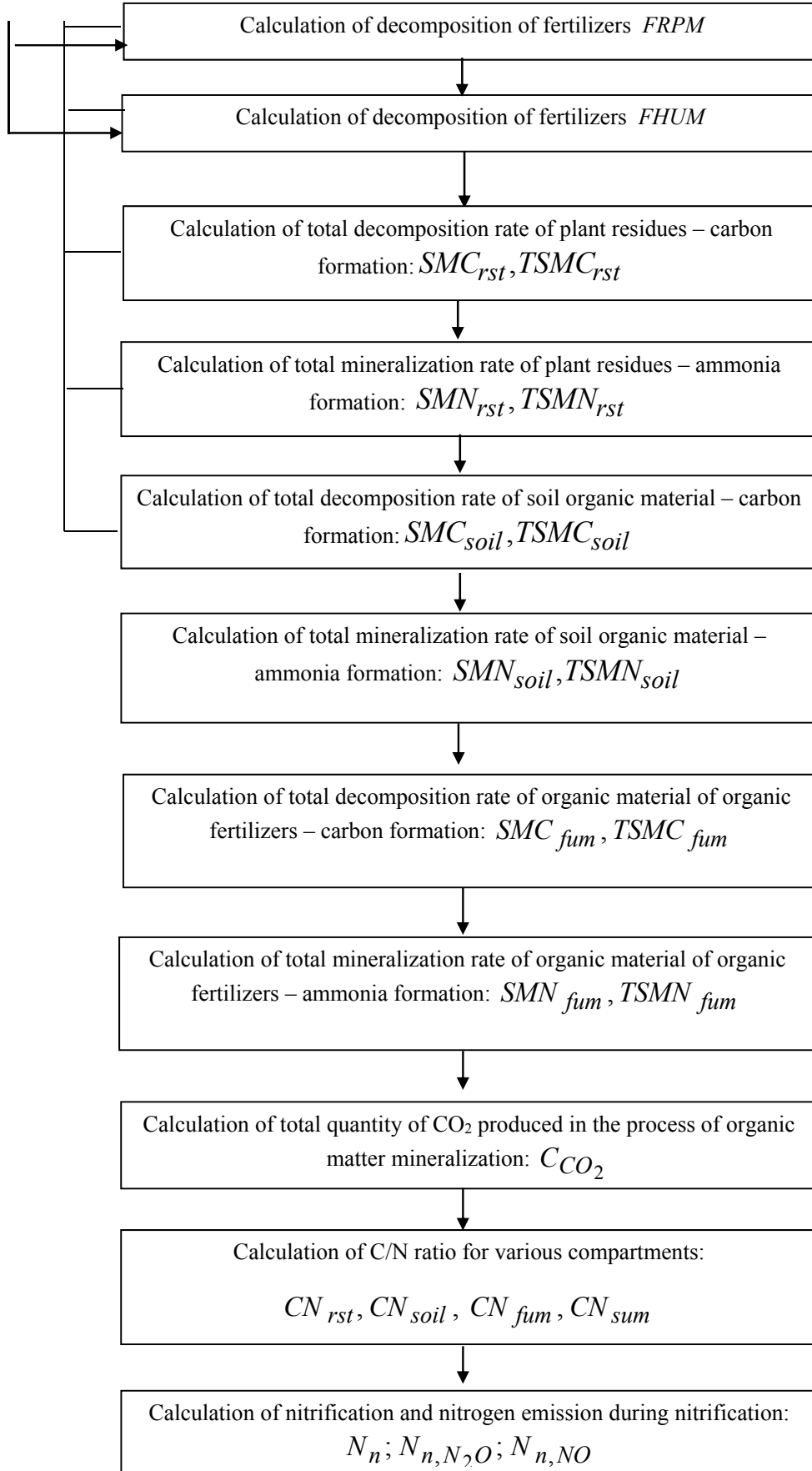
14. Parton W.J. Mosier A.R. et al. Generalized model for  $N_2$  and  $N_2O$  production from nitrification and denitrification //GLOBAL BIOGEOCHEMIC CYCLES, 1996. –V. 10. – NO. 3. – P. 401-412.
15. Pihlatie M., Pumpanen J. et al. Gas concentration driven fluxes of nitrous oxide and carbon dioxide in boreal forest soil. //Journal compilation, 2007. – B. 59. – P. 458-469.
16. Qusman A.J., Marino M.A. Analytical modeling of nitrogen dynamics in soils and ground water. //Journal of irrigation and drainage. November-December. 1999. – P. 330-337.
17. Smith, J.U., Bradbury, N.J. & Addiscott, T.M. () SUNDIAL: A PC-based system for simulating nitrogen dynamics in arable land //Agronomy Journal, 1996 - **88**:38-43
18. Smith J., Gottschalk P., Bellarby J. Model to Estimate Carbon in Organic Soils – Sequestration and Emissions (ECOSSE). //Institute of Biological and Environmental Sciences. Aberden. Scotland. 2010. – 73 p.
19. Van Huissteden, J., Van den Bos, M., and Martcorena-Alvarez, I., 2006, Modelling the effect of water-table management on  $CO_2$  and  $CH_4$  fluxes from peat soils, Neth. J. Geosci., 85, 3-18.
20. Van den Bos, R.M., van Huissteden, J. et. al. A Model based assessment of  $CO_2$  and  $CH_4$  fluxes in coastal peatlands (western Netherlands) for different climate and management scenarios. //In: Van den Bos, R.M.: Human influence on carbon fluxes in coastal peatlands; process analysis, quantification and prediction. – Thesis, Vrije Universiteit (Amsterdam). 2003.
21. Walter B.P., and Heimann M.A process-based, climate-sensitive model to derive  $CH_4$  emissions from natural wetlands: Application to five wetland sites, sensitivity to model parameters, and climate //Global Biogeochem. – 2000. – N 14. – P. 745-765.

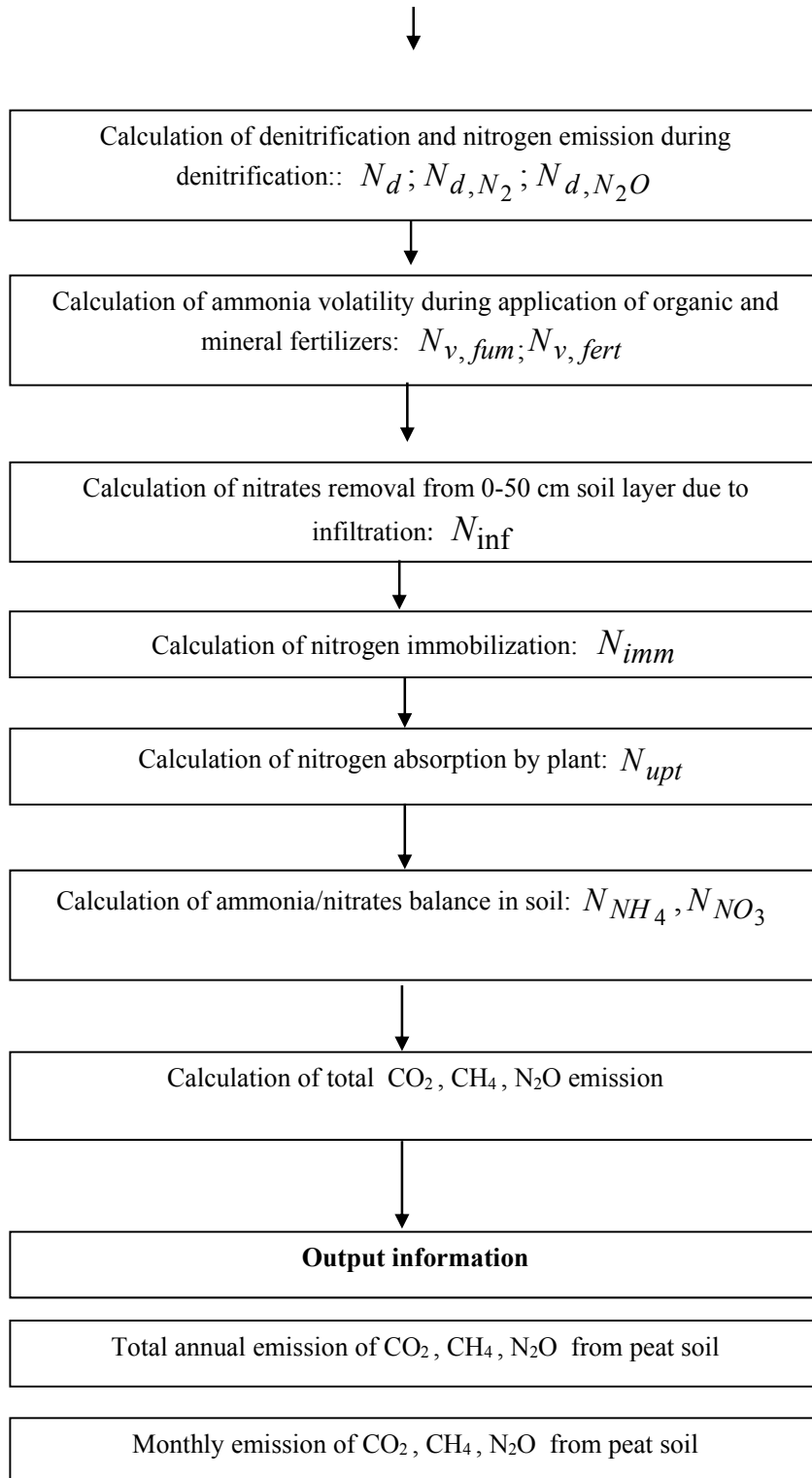
### 3. FLOWCHART

of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)









#### 4. ALGORITHM

##### of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)

Input information:

– *Profile of area (field) with organic soil:*

1. Total soil carbon content –  $TOC$ .
2. Soil clay percentage –  $Clay$ .
3. Amount of applied organic fertilizers –  $M_{fum}$ .
4. Amount of nitrogen applied with mineral fertilizers  $N_{fert}$ .
5. Initial data on ammonia ( $NM_4$ ) content in soil.
6. Agrohydrological soil profile:  $W_f, W_i, W_s, W_{wp}$ .

– *Vegetation:*

1. Natural vegetation type –  $q$ .
2. Agricultural crop on the area –  $Q_{crop}$ .
3. Number of the first growth month of natural vegetation  
(agricultural crop) –  $Q'_{veg}$ .
4. Number of growth months of natural vegetation  
(agricultural crop) –  $Q_{month}$ .
5. Weight of the above-ground part of natural vegetation –  $M_{nat}$ .
6. Number of willow bushes or trees per 1 ha –  $M_q$ .
7. Yield of main agricultural crop production –  $U_r$ .

– *Monthly information:*



1. Air temperature –  $T$ .
2. Ground water level –  $hgr$ .
3. Relative air humidity –  $O_{twv}$ .
4. Precipitation total –  $R$ .
5. Number of days in each month –  $dv$ .
6. Conventional value indicating the month's number –  $us/2$ .
7. Conventional value indicating the number of ten-day periods in each month when the ground water level was 20 cm deep or less –  $us/3$ .
8. Conventional value indicating presence of growth of natural vegetation or agricultural crop in each month –  $us/4$ .

1. Water block, calculation of soil moisture stock:

$$E_0(j) = dv(j)[(0,0018 \cdot T(j) + 25)^2 \cdot (100 - O_{twv}(j))]/30;$$

$$W(j) = (-1,56hgr(j) + 452,32) \cdot (W_f / 440) - W_{wp};$$

$$W_{inf}(j) = R(j) - E_0(j) - W_f.$$

2. Calculation of soil temperature at 20 cm depth:

$$\text{if } j = 1, \text{ then } Ts(j) = T(j) + 2,7;$$

$$\text{if } j = 2, \text{ then } Ts(j) = T(j) + 0,74;$$

$$\text{if } j = 3, \text{ then } Ts(j) = T(j) - 0,6;$$

$$\text{if } j = 4, \text{ then } Ts(j) = T(j) + 1,9;$$

$$\text{if } j = 5, \text{ then } Ts(j) = T(j) + 4,4;$$

$$\text{if } j = 6, \text{ then } Ts(j) = T(j) + 4,2;$$

if  $j = 7$ , then  $Ts(j) = T(j) + 3,1$ ;

if  $j = 8$ , then  $Ts(j) = T(j) + 2,8$ ;

if  $j = 9$ , then  $Ts(j) = T(j) + 2,1$ ;

if  $j = 10$ , then  $Ts(j) = T(j) + 2,2$ ;

if  $j = 11$ , then  $Ts(j) = T(j) + 4,5$ ;

if  $j = 12$ , then  $Ts(j) = T(j) + 3,1$ .

3. Calculation of coefficients of basic and auxiliary equations for calculation of decomposition of organic matter of plant residues and methane emissions:

$$a_W(j) = c_2 \cdot \exp\{[c_1(W(j) - W_i)] - 1\};$$

$$c_2 = \frac{1}{\exp\{[0,5(W_s - W_i)] - 1\}};$$

$$a_C(j) = \frac{47,9}{1 + \exp\left(\frac{106}{Ts(j)} + 18,3\right)};$$

$$a_{pH} [1,0^{1/c_4} + \exp(c_3 \cdot pH)]^{c_4};$$

$$x_C = 1,67[1,85 + 1,60 \cdot \exp(-0,0786 \cdot Clay)];$$

$$rE = 1/x_C;$$

$$rW1(j) = W(j)/W_f, \text{ if } W(j) < W_f, \text{ òî } W1(j) = 0;$$

$$\text{if } W(j) > W_f, \text{ then } mW1(j) = 381,2 \cdot rW1(j)^4 - 1643,3 \cdot rW1(j)^3 + \\ + 2658,9 \cdot rW1(j)^2 - 1913,0 \cdot rW1(j) + 516,21;$$

$$\text{if } W(j) > W_s, \text{ to } mW1(j) = 1;$$

$$mpH1(j) = ((1,0^{1/(-50)} + \exp(-1,0 \cdot pH))^{-50} \quad ;$$

$$mt1(j) = 47,9 / (1 + \exp(125 / (Ts(j) + 18,3))) .$$

4. Calculation of auxiliary values of the basic equation describing the nitrification process:

$$b_T(j) = \frac{47,9}{1 + \exp[106 / T(j)] + 18,3} ;$$

$$b_W(j) = 1 - \frac{[(1 - 0,2)(W_f - W(j) - W_i)]}{W_f - W_i} ;$$

if  $[W_f - W(j)] > W_i$ , then  $b_w = 1$  at  $W(j) > W_f$ ;

$$b_W(j) = 1 - \frac{[(1 - 0,2)(W(j) - W_f)]}{W_s - W_f} ;$$

$$b_{pH} = 0,56 + \frac{3,14}{\ln[3,14 \cdot 0,45(pH - 5)]} .$$

5. Calculation of auxiliary values of the basic equation describing the denitrification process:

$$d_{NO_3} = \frac{N_{NO_3}}{[(3,3 \cdot 5) + (N_{NO_3})]} ;$$

$$d_W(j) = \left[ \frac{\frac{W(j)}{W_f} - 0,62}{0,38} \right] \cdot 1,74 ;$$

$$d_{CO_2} = 0,005 \cdot C_{CO_2} ;$$

$$p_W(j) = p_{W_{N_2,f}} \cdot \frac{W(j)}{W_f} ;$$

$$p_{NO_3}(j) = 1 - \frac{N_{NO_3}}{N_d(j) \cdot d_0}.$$

6. Calculation of plant residues for natural vegetation:

1) wet meadows dominated by *Deschampsia caespitosa*,

$$\text{if } q = 1, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q1} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q1}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q1};$$

2) wet meadows dominated by *Molinia caerulea*,

$$\text{if } q = 2, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q2} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q2}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q2};$$

3) group of hard leafless graminifolious plants from *Cyperaceae* and *Juncaceae* families

$$\text{if } q = 3, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q3} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q3}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q3};$$

4) group of low rhizomatous and low-bush sedges,

$$\text{if } q = 4, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q4} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q4}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q4};$$

5) group of high bush sedges

$$\text{if } q = 5, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q5} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q5}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q5};$$

6) group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush),

$$\text{if } q = 6, \text{ then } U_{rs} = sh_{mrt}^{q6} \cdot M_{nat} + (1 - v_{sh/root}^{q6}) \cdot M_{net} \cdot r_{mrt}^{q6};$$

7) willow aged up to 7 years, if  $q = 7$ , then

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,311 \cdot \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 6,067 \right) + \left( 0,220 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 47,333 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q;$$

8) willow aged 8-10 years, if  $q = 8$ , then

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,289 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 37,241 \right) + \left( 0,180 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 71,401 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q;$$

9) willow aged 10-12 years, if  $q = 9$ , then

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,097 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 339,250 \right) + \left( 0,061 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 662,6 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q ;$$

10) willow aged more than 12 years, if  $q = 10$ , then

$$U_{rs} = \left[ \left( 0,106 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} - 91,386 \right) + \left( 0,132 \frac{M_{nat}}{1000 \cdot M_q} + 1885,6 \right) \cdot r_{mrt}^q \right] M_q .$$

7. Calculation of plant residues for:

winter wheat: if  $Q_{crop} = 1$ , then  $U_{rs} = 0,48 \cdot U_r + 2,0$ ;

barley: if  $Q_{crop} = 2$ , then  $U_{rs} = 0,21 \cdot U_r + 1,7$ ;

pea: if  $Q_{crop} = 3$ , then  $U_{rs} = 0,29 \cdot U_r + 0,9$ ;

grain maize: if  $Q_{crop} = 4$ , then  $U_{rs} = 0,47 \cdot U_r + 1,4$ ;

fodder maize: if  $Q_{crop} = 5$ , then  $U_{rs} = 0,10 \cdot U_r + 0,6$ ;

sunflower: if  $Q_{crop} = 6$ , then  $U_{rs} = 0,40 \cdot U_r + 3,8$ ;

hay medick: if  $Q_{crop} = 7$ , then  $U_{rs} = 0,37 \cdot U_r + 2,93$ .

8. Calculation of plant residue distribution by growth month:

If  $us/l = 1$  and  $j = Q_{veg}^1$ , then

$$U_{rst}(j) = U_{rs} \left\{ \left( 2,3026 \cdot \frac{2}{Q_{month}} \cdot 10^{\left[ \left( 2 - \frac{2}{Q_{month}} \right) \cdot (j - Q_{veg}^1) + 1 \right]} \right) \right\} :$$

$$\left\{ \left( 1 + 10^{\left[ \left( 2 - \frac{2}{Q_{month}} \right) \cdot (j - Q_{veg}^1) + 1 \right]} \right) \right\}^2 ,$$

if  $j < Q_{veg}^1$ , then  $U_{rst}(j) = 0$ ;

if  $j > Q_{veg}^1 + Q_{month}$ , then  $U_{rst}(j) = 0$ ;

if  $j - Q_{month} + Q_{veg}^1 - 1$ , then  $U_{rst}^j = 0$ .

9. Calculation of primary decomposition of plant residues into  $DPM$  and  $RPM$ :

$$DPM0(j) = 0,59 \cdot U_{rst}(j);$$

$$RPM0(j) = 0,41 \cdot U_{rst}(j);$$

$$DPM(j) = DPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 10,0 \cdot 0,08333) \cdot usl(j)$$

$$RPM(j) = RPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,3 \cdot 0,08333) \cdot usl(j).$$

10. Calculation of decomposition of plant residues  $DPM(j)$ :

$$DBIO(j) = DPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl(j);$$

$$DHUM(j) = DPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl(j);$$

$$DCO_2(j) = x_C \cdot [DBIO(j) + DHUM(j)];$$

$$CHBIO(j) = DBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20 \text{ cm}$ , then  $CHBIO(j) = 0$ ;

$$CHHUM(j) = DHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20 \text{ cm}$ , then  $CHHUM(j) = 0$ .

11. Calculation of decomposition of plant residues  $RPM(j)$ :

$$BIO1(j) = RPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM1(j) = RPM(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R1CO_2(j) = x_C \cdot [BIO1(j) + HUM1(j)];$$

$$CHBIO1(j) = BIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20cm$ , then  $CHBIO1(j) = 0$ ;

$$CHHUM1(j) = HUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

if  $if(hgr(j) > 20 cm, then CHHUM1(j) = 0$ .

12. Calculation of decomposition of plant residues  $BIO1(j)$ :

$$BIO2(j) = BIO1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM2(j) = BIO1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R2CO_2(j) = x_C \cdot [BIO2(j) + HUM2(j)];$$

$$CHBIO2(j) = BIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20 cm$ , then  $CHBIO2(j) = 0$ ;

$$CHHUM2(j) = HUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

if  $if(hgr(j) > 20cm, , then CHHUM2(j) = 0$ .

13. Calculation of decomposition of plant residues  $HUM1(j)$  :

$$BIO3(j) = HUM1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$HUM3(j) = HUM1(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) \cdot usl1(j);$$

$$R3CO_2(j) = x_C \cdot [BIO3(j) + HUM3(j)];$$

$$CHBIO3(j) = BIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $CHBIO3(j) = 0$  ;

$$CHHUM3(j) = HUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $CHHUM3(j) = 0$  .

14. Calculation of decomposition of the previous year's undecomposed plant residues:

$$PRDPM0(j) = 0,59 \cdot LYMres ;$$

$$PRRPM0(j) = 0,41 \cdot LYMres ;$$

$$PRDPM(j) = PRDPM0(j) \cdot ((1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \times \\ \times 0,6 \cdot 10,0 \cdot 0,00278))) \cdot 0,3 ;$$

$$PRRPM(j) = PRRPM0(j) \cdot ((1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \times \\ \times 0,6 \cdot 0,3 \cdot 0,00278))) \cdot 0,05 .$$

15. Calculation of decomposition of the previous year's undecomposed plant residues  $PrDPM(j)$ :

$$PRDBIO(j) = PRDPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,46 ;$$

$$PRDHUM(j) = PRDPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54 ;$$



$$PRDCO2(j) = PRDPM(j) - (PRDBIO(j) + PRDHUM(j));$$

$$PCHBIO(j) = PRDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

$$\text{if } hgr(j) > 20cm, \text{ then } PCHBIO(j) = 0;$$

$$PCHHUM(j) = PRDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

$$\text{if } (hgr(j) > 20cm, \text{ then } PCHHUM(j) = 0.$$

16. Calculation of decomposition of the previous year's undecomposed plant residues  $PrRPM(j)$ :

$$PRBIO1(j) = PrRPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,45;$$

$$PRHUM1(j) = PrRPM(j) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54;$$

$$PRR1CO(j) = PrRPM(j) - (PRBIO1(j) + PRHUM1(j));$$

$$PCHB1(j) = PRBIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))) ,$$

$$\text{if } hgr(j) > 20cm, \text{ then } PCHB1(j) = 0;$$

$$PCHH1(j) = PRHUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))) ,$$

$$\text{if } (hgr(j) > 20cm, \text{ then } PCHH1(j) = 0.$$

17. Decomposition of the previous year's undecomposed plant residues  $PRDBIO(j)$ :

$$PRBIO2(j) = PRDBIO(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j)))) \cdot 0,46;$$

$$PRHUM2(j) = PRDBIO(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54;$$

$$PRR2CO(j) = PRDBIO(j) - (PRBIO2(j) + PRHUM2(j));$$

$$PCHB2(j) = PRBIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20cm$  ,then  $PCHB2(j) = 0$ ;

$$PCHH2(j) = PRHUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

if  $if(hgr(j) > 20cm)$ , then  $PCHH2(j) = 0$ .

18. Decomposition of the previous year's undecomposed plant residues  $PrHUM1(j)$  :

$$PRHUM3(j) = PRHUM1(j) \cdot (1 - \exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot (1/(1 + ratX(j))) \cdot 0,54;$$

$$PRR3CO(j) = PRHUM1(j) - (PRBIO3(j) + PRHUM3(j));$$

$$PCHB3(j) = PRBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20cm$ , then  $PCHB3(j) = 0$ ;

$$PCHH3(j) = PRHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

if  $if(hgr(j) > 20cm)$  ,then  $PCHH3(j) = 0$ .

19. Total decomposition of all components of plant residues (current and previous years) and mineralization rate:

$$BIO_{rst}(j) = (DBIO(j) + (PRDBIO(j) + BIO1(j) + PRBIO1(j) + BIO2(j) + PRBIO2(j) + BIO3(j) + PRBIO3(j)) \cdot 30 ;$$

$$HUM_{rst}(j) = (DHUM(j) + PRDHUM(j) + HUM1(j) + PRHUM1(j) + HUM2(j) + PRHUM2(j) + HUM3(j) + PRHUM3(j)) \cdot 30 ;$$

$$SMCrst(j) = BIO_{rst}(j) + HUM_{rst}(j) ;$$

$$SMNrst(j) = SMCrst(j) / rnitr(3) \cdot 1000 \cdot 30 ;$$

$$CO2_{rst}(j) = (DCO2(j) + R1CO2(j) + R2CO2(j) + R3CO(j)) \cdot 30 ;$$

$$PRCO_{rs}(j) = (PRDCO2(j) + PRR1CO(j) + R2CO2(j) + PRR2CO(j) + PRR3CO(j)) \cdot 30 ;$$

$$PRSMCO = PRSMCO + PRCO_{rs}(j) ;$$

$$CHBI_{rs}(j) = CHBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHBIO3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + PCHB3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 ;$$

$$CHHU_{rs}(j) = CHHUM(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM1(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM2(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + CHHUM3(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHHUM(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH1(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH2(j) \cdot usB(j) \cdot 10 + PCHH3(j) \cdot usB(j) \cdot 10 ;$$

$$CHrst(j) = CHBI_{rs}(j) + CHHU_{rs}(j) ;$$

$$SMCHrs = SMCHrs + CHrst(j) ;$$

$$SMC_{rst}(j) = DBIO(j) + BIO1(j) + BIO2(j) + BIO3(j) + DHUM(j) + HUM1(j) + HUM2(j) + HUM3(j) ;$$

$$TSMC_{rst} = \sum_{j=1}^n SMC_{rst}(j) .$$

20. Calculation of inert organic material content in soil:

$$IOM = 0,049 TOC^{1,139}.$$

21. Calculation of initial data of soil organic material components:

$$SDPM = k_{DPM} \cdot TOC;$$

$$SRPM = k_{RPM} \cdot TOC;$$

$$SBIO = k_{BIO} \cdot TOC;$$

$$SHUM = k_{HUM} \cdot TOC.$$

22. Calculation of decomposition of soil organic material:

$$SDPM0(j) = SDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 10,0 \cdot 0,08333);$$

$$SRPM0(j) = SRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,3 \cdot 0,08333);$$

$$SBIO0(j) = SBIO \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SHUM0(j) = SHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333).$$

23. Calculation of decomposition of soil  $SDPM0(j)$ :

$$SDBIO(j) = SDPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$SDHUM(j) = SDPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$SDCO_2(j) = x_C \cdot [SDBIO(j) + DHUM(j)];$$

$$HSBIO0(j) = SBIO0(j) \cdot (\exp(-mtl(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

if  $hgr(j) > 20cm$ , then  $HSBIO0(j) = 0$ ;

$$HHUM00(j) = SHUM0(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HHUM00(j) = 0$  .

24. Calculation of decomposition of soil  $SRPM0(j)$  :

$$SBIO1(j) = SRPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) ;$$

$$SHUM1(j) = SRPM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) ;$$

$$SR1CO_2(j) = x_C \cdot [SBIO1(j) + SHUM1(j)] ;$$

$$HSBIO(j) = SDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HSBIO(j) = 0$  ;

$$HHUM0(j) = SDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HHUM0(j) = 0$  .

25. Calculation of decomposition of soil  $SBIO0(j)$  :

$$SBIO2(j) = SBIO0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) ;$$

$$SHUM2(j) = SBIO0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) ;$$

$$SR2CO_2(j) = x_C \cdot [SBIO2(j) + SHUM2(j)] ;$$

$$HSBIO2(j) = SBIO2(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HSBIO2(j) = 0$  ;

$$HHUM2(j) = SHUM2(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HHUM2(j) = 0$  .

26. Calculation of decomposition of soil  $SHUM0(j)$  :

$$SBIO3(j) = SHUM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) ;$$

$$SHUM3(j) = SHUM0(j) \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) ;$$

$$SR3CO_2(j) = x_C \cdot [SBIO3(j) + SHUM3(j)] ;$$

$$HSBIO3(j) = SBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HSBIO3(j) = 0$  ;

$$HHUM3(j) = SHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))) ,$$

if  $hgr(j) > 20cm$  , then  $HHUM3(j) = 0$  .

27. Calculation of primary decomposition of applied organic fertilizers:

$$FDPM = 0,49 \cdot M_{fum} ;$$

$$FRPM = 0,49 \cdot M_{fum} ;$$

$$FHUM = 0,02 \cdot M_{fum} .$$

28. Calculation of decomposition of fertilizers  $FDPM$  :

$$FDBIO(j) = FDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333) ;$$

$$FDHUM(j) = FDPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333) ;$$

$$FDCO_2(j) = x_C \cdot [FDBIO(j) + FDHUM(j)];$$

$$CHFBI0(j) = FDBIO(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))),$$

$$\text{if } hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFBI0(j) = 0;$$

$$CHFHU0(j) = FDHUM(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))),$$

$$\text{if } (hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFHU0(j) = 0.$$

29. Calculation of decomposition of fertilizers *FRPM* :

$$FBIO1(j) = FRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$FHUM1(j) = FRPM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$FRICO_2(j) = x_C \cdot [FBIO1(j) + FHUM1(j)];$$

$$CHFBI1(j) = FBIO1(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE)))),$$

$$\text{if } hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFBI1(j) = 0;$$

$$CHFHU1(j) = FHUM1(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE)))),$$

$$\text{if } (hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFHU1(j) = 0.$$

30. Calculation of decomposition of fertilizers *FHUM* :

$$FBIO3(j) = FHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,66 \cdot 0,08333);$$

$$FHUM3(j) = FHUM \cdot \exp(-a_C(j) \cdot a_W(j) \cdot c_C \cdot 0,02 \cdot 0,08333);$$

$$FR3CO_2(j) = x_C \cdot [FBIO3(j) + FHUM3(j)];$$

$$CHFBI3(j) = FBIO3(j) \cdot (\exp(-mt1(j) \cdot mW1(j) \cdot mpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,66 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - (0,85/(1 + rE))),$$

$$\text{if } hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFBI3(j) = 0;$$

$$CHFHU3(j) = FHUM3(j) \cdot (\exp(-rmt1(j) \cdot rmW1(j) \cdot rmpH1(j) \cdot 0,6 \times \\ \times 0,02 \cdot 0,00278)) \cdot usl1(j) \cdot (1 - 0,85 \cdot (0,85/(1 + rE))),$$

$$\text{if } if(hgr(j) > 20cm, \text{ then } CHFHU3(j) = 0.$$

31. Calculation of total mineralization rate of plant residues – ammonia formation:

$$SMN_{rst}(j) = \frac{SMC_{rst}(j)}{CN_{rst}};$$

$$TSMN_{rst} = \sum_{i=1}^n SMN_{rst}(j).$$

32. Calculation of total decomposition rate of soil organic material – carbon formation:

$$HUMsoi(j) = (SDHUM(j) + SHUM1(j) + SHUM2(j) + SHUM3(j)) \cdot 30;$$

$$SMCsoi(j) = BIOsoi(j) + HUMsoi(j);$$

$$SMNsoi(j) = SMCsoi(j) / (rnitr(4) \cdot 1000) \cdot 30;$$

$$CO2soi(j) = (SDCO(j) + sR1CO(j) + sR2CO(j) + sR3CO(j)) \cdot 30;$$

$$CHBIso(j) = HSBIO0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + HSBIO1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HSBIO3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CHHUso(j) = HHUMO0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUMO(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + HHUM1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUM2(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + HHUM3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CHsoil(j) = CHBIso(j) + CHHUso(j);$$



$$SMCH_{so} = SMCH_{so} + CH_{soil}(j);$$

$$SMC_{soil}(j) = SDBIO(j) + SBIO1(j) + SBIO2(j) + SBIO3(j) + \\ + SDHUM(j) + SHUM1(j) + SHUM2(j) + SHUM3(j);$$

$$TSMC_{soil} = \sum_{i=1}^n SMC_{soil}(j).$$

33. Calculation of total mineralization rate of soil organic material – ammonia formation:

$$SMN_{soil}(j) = \frac{SMC_{soil}(j)}{CN_{soil}};$$

$$TSMN_{soil} = \sum_{j=1}^n SMN_{soil}(j).$$

34. Calculation of total decomposition rate of organic material of organic fertilizers – carbon formation:

$$BIOfum(j) = FDBIO(j) + FBIO1(j) + FBIO3(j);$$

$$HUMfum(j) = FDHUM(j) + FHUM1(j) + FHUM3(j);$$

$$SMCfum(j) = BIOfum(j) + HUMfum(j);$$

$$SMNfum(j) = SMCfum(j) / rnitr(5) \cdot 1000;$$

$$CO2fum(j) = (FDCO(j) + FR1CO(j) + FR3CO(j)) \cdot 30;$$

$$CHBIfm(j) = CHFBI0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHFBI1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + CHFBI3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CHHUfum(j) = CHFHU0(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + CHFHU1(j) \cdot usl3(j) \cdot 10 + \\ + CHFHU3(j) \cdot usl3(j) \cdot 10;$$

$$CHfum(j) = CHBIfm(j) + CHHUfum(j);$$

$$SMCH_{fm} = SMCH_{fm} + CH_{fum}(j);$$

$$SMC_{fum}(j) = FDBIO(j) + FBIO1(j) + FBIO3(j) + \\ + FDHUM(j) + FHUM1(j) + FHUM3(j);$$

$$TSMC_{fum} = \sum_{j=1}^n SMC_{fum}(j).$$

35. Calculation of total mineralization rate of organic material of organic fertilizers – ammonia formation:

$$SMN_{fum}(j) = \frac{SMC_{fum}(j)}{CN_{fum}};$$

$$TSMN_{fum} = \sum_{i=1}^n SMN_{fum}(j).$$

36. Calculation of total CO<sub>2</sub> quantity produced during mineralization of plant residues, soil organic material, and organic material of organic fertilizers:

$$C_{CO_2}(j) = DCO_2(j) + R1CO_2(j) + R2\hat{N}_2 + R3CO_2(j) + \\ + SDCO_2(j) + SR1CO_2(j) + SR2CO_2(j) + SR3CO_2(j) + \\ + FDCO_2(j) + FR1CO_2(j) + FR3CO_2(j).$$

37. Calculation of C/N ratio for various compartments:

$$CN_{rst} = TSMC_{rst} / TSMN_{rst};$$

$$CN_{soil} = TSNC_{soil} / TSMN_{soil};$$

$$CN_{fum} = TSMC_{fum} / TSMN_{fum};$$

$$CN_{sum} = \frac{TSMC_{rst} + TSMC_{soil} + TSMC_{fum}}{TSMN_{rst} + TSMN_{soil} + TSMN_{fum}}.$$

38. Calculation of nitrification and nitrogen emission during the nitrification process:

$$N_n(j) = N_{NH_4} \cdot \exp(-0,6 \cdot b_T(j) \cdot b_W(j) \cdot b_{pH}) ;$$

$$N_{n,N_2O}(j) = \left\{ \left( n_f \cdot \frac{W(j)}{W_f} \right) + [n_{gas}(1 - n_{NO})] \right\} N_n(j) ;$$

$$N_{n,NO}(j) = n_{gas} \cdot n_{NO} \cdot N_n(j) .$$

39. Calculation of denitrification and nitrogen emission during the denitrification process:

$$N_d(j) = d_{NO_3} \cdot d_W(j) \cdot d_{CO_2} \cdot N_{NO_3}(j) ;$$

$$N_{d,N_2}(j) = p_W \cdot p_{NO_3} \cdot N_d(j) ;$$

$$N_{d,N_2O}(j) = [1 - (p_W \cdot p_{NO_3})] N_d(j) .$$

40. Calculation of ammonia volatility during application of organic and mineral fertilizers:

$$N_{v,fum} = Q_{v,fum} \cdot p_{NH_4,fum} \cdot W_{fum} , \quad \text{if } R < R_{crit,v} ;$$

$$N_{v,fert} = (Q_{v,fert} \cdot p_{NH_4,fert} \cdot N_{fert}) + (Q_{v,as} \cdot p_{as,fert} \cdot N_{fert} ,$$

$$\text{if } R < R_{crit,v} .$$

41. Calculation of nitrates removal from a 0-50 cm soil layer due to infiltration:

$$N_{inf}(f) = N_{NO_3}(j) \cdot \left[ 1 - \exp \left( -1,2 \frac{W_{inf}(j)}{10 \cdot \varepsilon_{soil}} \right) \right] ,$$

$$\text{if } W_{inf}(j) = 0 , \quad \text{then } N_{inf}(j) = 0 .$$

42. Calculation of nitrogen immobilization:

$$N_{imm}(j) = -\frac{SMC_{rst}(j) + SMC_{soil}(j) + SMC_{fum}(j)}{CN_{sum}} - \frac{[SMC_{rst}(j) + SMC_{soil}(j) - SMC_{fum}(j)] \cdot E_{BIO}}{CN_{sum}}.$$

43. Calculation of nitrogen absorption by a plant:

$$N_{upt}(j) = U_r \cdot K_{N_{extr}} \cdot U_{rst}(j).$$

44. Ammonia/nitrates balance in soil:

$$N_{NH_4}(j+1) = N_{NH_4}(j) + SMN_{rst}(j) + SMN_{soil}(j) + SMN_{fum}(j) + K_{fert,NH_4} \cdot N_{fert} - N_n(j) - K_{upt,NH_4} \cdot N_{upt}(j) - N_{n,N_2O}(j) - N_{n,NO}(j) - N_{v,fum} - N_{v,fert} - K_{imm,NH_4} \cdot N_{imm}(j);$$

$$N_{NO_3}(j+1) = N_{NO_3}(j) + N_n(j) - N_d(j) - K_{upt,NO_3} \cdot N_{upt}(j) - N_{d,N_2}(j) - N_{d,N_2O}(j) - N_{inf}(j) - K_{imm,NO_3} \cdot N_{imm}(j).$$

45. Carbon accumulation on the area (field) and CO<sub>2</sub> emissions:

$$PolCO_2(j) = CO_2rst(j) + CO_2soi(j) + CO_2fum(j);$$

$$SmDCO = SmDCO + (DCO_2(j) + PRDCO_2(j)) \cdot 30;$$

$$SmR1CO = SmR1CO + (R1CO_2(j) + PRR1CO(j)) \cdot 30;$$

$$SmR2CO = SmR2CO + (R2CO_2(j) + PRR2CO(j)) \cdot 30;$$

$$SmR3CO = SmR3CO + (R3CO(j) + PRR3CO(j)) \cdot 30.$$

46. Calculation of annual methane emissions:

$$rastCH = rastCH + CHrst(j);$$

$$soilCH = soilCH + CHsoil(j);$$

$$fumCH = fumCH + CHfum(j);$$

$$SMCHPL = SMCHPL + rastCH + soilCH + fumCH .$$

47. Calculation of total nitrous oxide emissions:

$$TMN_{N_2O} = \sum_{j=1}^n N_{n,N_2O}(j) + \sum_{j=1}^n N_{d,N_2O}(j) .$$

## LIST

**of the coefficients adopted in the algorithm of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)**

#	Index	Name	Dimension	Value
1	2	3	4	5
1	$a_w$	Coefficient that describes impact of soil humidity upon organic material decomposition	Dimensionless	Calculated
2	$a_{pH}$	Coefficient that describes impact of soil pH upon organic material decomposition	Dimensionless	Calculated
3	$b_T$	Coefficient that describes impact of air temperature upon the nitrification process	Dimensionless	Calculated
4	$b_w$	Coefficient that describes impact of soil humidity upon the nitrification process	Dimensionless	Calculated
5	$b_{pH}$	Coefficient that describes impact of soil pH upon the nitrification process	Dimensionless	Calculated
6	$c_1$	Coefficient of equation for calculating the function of soil humidity impact upon organic material decomposition	Dimensionless	0,5
7	$c_2$	Coefficient of equation for calculating the function of soil humidity impact upon organic material decomposition	Dimensionless	Calculated
8	$c_3$	Coefficient of equation for calculating the function of soil pH impact upon organic material decomposition	Dimensionless	-1
9	$c_4$	Coefficient of equation for calculating the function of soil pH impact upon organic material decomposition	Dimensionless	-50
10	$CN_{fum}$	C/N ratio for fertilizer organic material	Dimensionless	6,5
11	$CN_{rst}$	C/N ratio for plant residues	Dimensionless	25
12	$CN_{soil}$	C/N ratio for soil organic material	Dimensionless	25
13	$CN_{sum}$	Summarized C/N ratio	Dimensionless	25

14	$d_W$	Coefficient that describes impact of soil humidity upon the denitrification process	Dimensionless	Calculated
15	$d_{CO_2}$	Coefficient that describes impact of CO2 quantity produced during mineralization	Dimensionless	Calculated
16	$d_{NO_3}$	Coefficient that describes impact of soil nitrate content upon the denitrification process	Dimensionless	Calculated
17	$E_{BIO}$	Coefficient that describes microbiological activity	Dimensionless	Calculated
18	$K_{fert, NH_4}$	Share of ammonia in applied nitrogen fertilizers	Dimensionless	0.5
19	$K_{fert, NO_3}$	Share of nitrates in applied nitrogen fertilizers	Dimensionless	0.5
1	2	3	4	5
20	$K_{imm, NH_4}$	Share of ammonia in total immobilized nitrogen	Dimensionless	0.6
21	$K_{imm, NO_3}$	Share of nitrates in total immobilized nitrogen	Dimensionless	0.4
22	$K_{upt, NH_4}$	Share of ammonia in nitrogen absorbed by a plant	Dimensionless	0.6
23	$K_{upt, NO_3}$	Share of nitrates in nitrogen absorbed by a plant	Dimensionless	0.4
24	$M_q$	Number of willow bushes or trees per 1 ha	Units	Preset
25	mpH1	Coefficient that describes soil pH impact upon methane emission	Dimensionless	Calculated
26	$n_f$	Share of N2O produced during nitrification at the minimum moisture-holding capacity	Dimensionless	0,2
27	$n_{NO}$	Share in total nitrification of gaseous loss in the form of NO	Dimensionless	0,1
28	$n_{gas}$	Share in total nitrification lost in the form of gas	Dimensionless	0,02
29	$p_W$	Function of soil humidity impact upon nitrogen emission in the form of gas during denitrification	Dimensionless	Calculated
30	$p_{N_2f}$	Share of N2 produced during denitrification at the minimum moisture-holding capacity	Dimensionless	0.5

31	$p_{NO_3}$	Function of soil nitrate content impact upon nitrogen emission in the form of gas during denitrification	Dimensionless	Calculated
32	$p_{NH_4, fum}$	Share of ammonia in organic fertilizers (varies depending on fertilizer type)	Dimensionless	Preset
33	$Q_{v, fum}$	Volatility coefficient of organic fertilizers (varies depending on fertilizer type)	Dimensionless	Preset
34	$R_{crit, v}$	Critical precipitation amount at which ammonia weathering begins	mm	40
35	rW1	Coefficient that describes soil humidity impact upon methane emission	Dimensionless	Calculated
36	$r_{mrt}^q$	Share of dead roots of willow of various ages	Dimensionless	0,3
37	$r_{mrt}^{q1}$	Share of dead roots of grass – wet meadows dominated by <i>Deschampsia caespitosa</i>	Dimensionless	0,3
38	$r_{mrt}^{q2}$	Share of dead roots of grass – wet meadows dominated by <i>Molinia caerulea</i>	Dimensionless	0,3
39	$r_{mrt}^{q3}$	Share of dead roots of the group of hard leafless graminifolious plants from <i>Cyperaceae</i> and <i>Juncaceae</i> families	Dimensionless	0,3
40	$r_{mrt}^{q4}$	Share of dead roots of the group of low rhizomatous and low-bush sedges	Dimensionless	0,2
41	$r_{mrt}^{q5}$	Share of dead roots of the group of high bush sedges	Dimensionless	0,2
42	$r_{mrt}^{q6}$	Share of dead roots of the group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush)	Dimensionless	0,2
43	$sh_{mrt}^{q1}$	Share of dead above-ground part of grass – вологі луки з домінуванням <i>Deschampsia caespitosa</i>	Dimensionless	0,3
44	$sh_{mrt}^{q2}$	Share of dead above-ground part of grass – wet meadows dominated by <i>Molinia caerulea</i>	Dimensionless	0,3
45	$sh_{mrt}^{q3}$	Share of dead above-ground part of the group of hard leafless graminifolious plants from <i>Cyperaceae</i> and <i>Juncaceae</i> families	Dimensionless	0,3
46	$sh_{mrt}^{q4}$	Share of dead above-ground part of the group of low rhizomatous and low-bush sedges	Dimensionless	0,2
47	$sh_{mrt}^{q5}$	Share of dead above-ground part of the group of high bush sedges	Dimensionless	0,2



48	$sh_{mrt}^{q6}$	Share of dead above-ground part of the group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush)	Dimensionless	0,2
49	$v_{sh/root}^{q1}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of grass – wet meadows dominated by <i>Deschampsia caespitosa</i>	Dimensionless	0,17
50	$v_{sh/root}^{q2}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of grass – wet meadows dominated by <i>Molinia caerulea</i>	Dimensionless	0,08
51	$v_{sh/root}^{q3}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of the group of hard leafless graminifolious plants from <i>Cyperaceae</i> and <i>Juncaceae</i> families	Dimensionless	0,14
52	$v_{sh/root}^{q4}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of the group of low rhizomatous and low-bush sedges	Dimensionless	0,10
53	$v_{sh/root}^{q5}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of the group of high bush sedges	Dimensionless	0,12
54	$v_{sh/root}^{q6}$	Mass ratio between above-ground and below-ground parts of the group of tall-grass rhizomatous helophytes (rush, bulrush)	Dimensionless	0,25
55	$W_f$	Minimum moisture-holding capacity of soil in 0-50 cm layer	mm	Preset
56	$W_i$	Discontinuous capillary moisture of soil in 0-50 cm layer	mm	Preset
57	$W_s$	Total moisture-holding capacity of soil in 0-50 cm layer	mm	Preset
58	$W_{wp}$	Soil withering humidity in 0-50 cm layer	mm	Preset
59	$\varepsilon_{soil}$	Soil porosity in 0-50 cm layer	Dimensionless	Preset

## LIST

**of the designations adopted in the algorithm of the model of organic matter behavior in organic soils (peatlands) and of carbon, methane and nitrous oxide emissions therefrom (Peat-GHG-Model)**

#	Designation	Name	Dimension
1	2	3	4
1	<i>BIO1</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>RPM</i>	t/ha
2	<i>BIO2</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>BIO1</i>	t/ha
3	<i>BIO3</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>HUM1</i>	
4	<i>Clay</i>	Soil clay percentage	t/ha
5	<i>CHBIO</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>DBIO</i>	
6	<i>CHBIO1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>BIO1</i>	kgCH/ha
7	<i>CHBIO2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>BIO2</i>	kgCH/ha
8	<i>CHBIO3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>BIO3</i>	kgCH/ha
9	<i>CHBIrs</i>	Total quantity of methane produced from decomposition of microbial biomass of all the current year's plant residues and the previous year's undecomposed plant residues (PYUPR)	kgCH/ha
10	<i>CHBI<sub>fm</sub></i>	Total quantity of methane produced from decomposition of microbial biomass of fertilizers	kgCH/ha
11	<i>CHBI<sub>so</sub></i>	Total quantity of methane produced from decomposition of microbial biomass of soil	kgCH/ha
12	<i>CHFBI0</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FDBIO</i>	kgCH/ha
13	<i>CHFBI1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FBIO1</i>	kgCH/ha
14	<i>CHFBI3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FBIO3</i>	kgCH/ha
15	<i>CHFHU0</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FDHUM</i>	kgCH/ha

1	2	3	4
---	---	---	---

16	<i>CHFHU1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FHUM1</i>	kgCH/ha
17	<i>CHFHU3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of fertilizers <i>FHUM3</i>	kgCH/ha
18	<i>CHHUM</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>DHUM</i>	kgCH/ha
19	<i>CHHUM1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>HUM1</i>	kgCH/ha
20	<i>CHHUM2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>HUM2</i>	kgCH/ha
21	<i>CHHUM3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>HUM3</i>	kgCH/ha
22	<i>CHHUr<sub>s</sub></i>	Total quantity of methane produced from decomposition of humified organic biomass of all the current year's plant residues and the previous year's undecomposed plant residues (PYUPR)	kgCH/ha
23	<i>CHHU<sub>f</sub>m</i>	Total quantity of methane produced from decomposition of humified organic biomass of fertilizers	kgCH/ha
24	<i>CHHU<sub>s</sub>o</i>	Total quantity of methane produced from decomposition of humified organic matter of soil	kgCH/ha
25	<i>DBIO</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>DPM</i>	t/ha
26	<i>DCO<sub>2</sub></i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>DPM</i>	t/ha
27	<i>DHUM</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of <i>DPM</i>	t/ha
28	<i>DPM</i>	Decomposition plant material	t/ha
29	<i>DPM0</i>	Primary decomposition of plant residues per decomposition plant material <i>DPM</i>	t/ha
30	<i>Dv</i>	Number of days in each month	
31	<i>E<sub>0</sub></i>	Evaporation from open surface	mm
32	<i>FYM</i>	Quantity of applied organic fertilizers	t/ha
33	<i>FDPM</i>	Initial quantity of decomposition material	t/ha
34	<i>FHUM</i>	Initial quantity of humified organic matter of fertilizers	t/ha
35	<i>FRPM</i>	Initial quantity of persistent organic material of fertilizers	t/ha

1	2	3	4
36	<i>FDBIO</i>	Microbial biomass produced from decomposition of: <i>FDPM</i> of fertilizers	t/ha
37	<i>FBIO1</i>	<i>FRPM</i> of fertilizers	t/ha
38	<i>FBIO3</i>	<i>FHUM</i> of fertilizers	t/ha
39	<i>FDHUM</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of: <i>FDPM</i> of fertilizers	t/ha
40	<i>FHUM1</i>	<i>FRPM</i> of fertilizers	t/ha
41	<i>FHUM3</i>	<i>FHUM</i> of fertilizers	t/ha
42	<i>FDCO<sub>2</sub></i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of: <i>FDPM</i> of fertilizers	t/ha
43	<i>FRICO<sub>2</sub></i>	<i>FRPM</i> of fertilizers	t/ha
44	<i>FR3CO<sub>2</sub></i>	<i>FHUM</i> of fertilizers	t/ha
45	<i>HHUM00</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SHUM0</i>	kgCH/ha
46	<i>HHUM0</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SDHUM</i>	kgCH/ha
47	<i>HHUM1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SHUM1</i>	kgCH/ha
48	<i>HHUM2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SHUM2</i>	kgCH/ha
49	<i>HHUM3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SHUM3</i>	kgCH/ha
50	<i>HSBIO0</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SBIO0</i>	kgCH/ha
51	<i>HSBIO</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SDBIO</i>	kgCH/ha
52	<i>HSBIO1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SBIO1</i>	kgCH/ha
53	<i>HSBIO2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SBIO2</i>	kgCH/ha
54	<i>HSBIO3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>SBIO3</i>	kgCH/ha
55	<i>HUM1</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of	t/ha

		<i>RPM</i>	
56	<i>HUM2</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of: <i>BIO1</i>	t/ha
57	<i>HUM3</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of: <i>HUM1</i>	t/ha
1	2	3	4
58	<i>IOM</i>	Quantity of inert organic material	t/ha
59	<i>k<sub>BIO</sub></i>	Share of microbial biomass in soil	relative unit
60	<i>k<sub>DPM</sub></i>	Share of decomposition material in soil	relative unit
61	<i>k<sub>HUM</sub></i>	Share of mummified organic matter in soil	relative unit
62	<i>k<sub>RPM</sub></i>	Share of persistent organic material in soil	relative unit
63	<i>Q<sub>month</sub></i>	Quantity of plant growth months	
64	<i>Q<sub>veg</sub></i>	Number of the first plant growth month	
65	<i>O<sub>s</sub></i>	Monthly precipitation total	mm
66	<i>O<sub>tw</sub></i>	Relative air humidity	%
67	<i>PCHBIO</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrDBIO</i>	kgCH/ha
68	<i>PCHB1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrBIO1</i>	kgCH/ha
69	<i>PCHB2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrBIO2</i>	kgCH/ha
70	<i>PCHB3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrBIO3</i>	kgCH/ha
71	<i>PCHHUM</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrDHUM</i>	kgCH/ha
72	<i>PCHH1</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrHUM1</i>	kgCH/ha
73	<i>PCHH2</i>	Quantity of methane produced from decomposition of <i>PrHUM2</i>	kgCH/ha
74	<i>PCHH3</i>	Quantity of methane produced from decomposition of	kgCH/ha

		<i>PrHUM3</i>	
75	<i>PRDBIO</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>PrDPM</i>	t/ha
76	<i>PRBIO1</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>PrRPM</i>	t/ha
77	<i>PRBIO2</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>PrDBIO</i>	t/ha
78	<i>PRBIO3</i>	Microbial biomass produced from decomposition of <i>PrHUM1</i>	t/ha
79	<i>PRDHUM</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of <i>PrDPM</i>	t/ha
80	<i>PRHUM1</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of <i>PrRPM</i>	t/ha

1	2	3	4
81	<i>PRHUM2</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of <i>PrDBIO</i>	t/ha
82	<i>PRHUM3</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of <i>PrHUM1</i>	t/ha
83	<i>PRDPM0</i>	Decomposition plant material of the previous year's undecomposed plant residues (PYUPR)	t/ha
84	<i>PRRPM0</i>	Persistent plant material of the previous year's undecomposed plant residues (PYUPR)	t/ha
85	<i>PRDPM</i>	Primary decomposition of PYUPR into decomposition plant material	t/ha
86	<i>PRRPM</i>	Primary decomposition of PYUPR into persistent plant material	t/ha
87	<i>PRDCO2</i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>PrDPM</i>	t/ha
88	<i>PRR1CO</i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>PrRPM</i>	t/ha
89	<i>PRR2CO</i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>PrDBIO</i>	t/ha
90	<i>PRR3CO</i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>PrHUM1</i>	t/ha
91	<i>RPM0</i>	Primary decomposition of plant residues into persistent plant material <i>RPM</i>	t/ha
92	<i>RPM</i>	Persistent plant material	t/ha
93	<i>R1CO<sub>2</sub></i>	Quantity of CO <sub>2</sub> produced from decomposition of <i>RPM</i>	t/ha

94	$R2CO_2$	Quantity of $CO_2$ produced from decomposition of <i>BIO1</i>	t/ha
95	$R3CO_2$	Quantity of $CO_2$ produced from decomposition of <i>HUM1</i>	t/ha
96	<i>SBIO</i>	Initial mass of soil microbial biomass	t/ha
97	<i>SBIO0</i>	Decomposition of soil microbial biomass	t/ha
98	<i>SDPM</i>	Initial quantity of soil decomposition material	t/ha
99	<i>SDPM0</i>	Decomposition of soil decomposition material	t/ha
100	<i>SHUM</i>	Initial mass of mummified soil organic matter	t/ha
101	<i>SHUM0</i>	Decomposition of mummified soil organic matter	t/ha

1	2	3	4
102	<i>SRPM</i>	Initial quantity of persistent soil organic material	t/ha
103	<i>SRPM0</i>	Decomposition of persistent soil organic material	t/ha
104	<i>SDBIO</i>	Microbial biomass produced from decomposition of: <i>SDPM0</i> of soil	t/ha
105	<i>SBIO1</i>	<i>SRPM0</i> of soil	t/ha
106	<i>SBIO2</i>	<i>SBIO0</i> of soil	t/ha
107	<i>SBIO3</i>	<i>SHUM0</i> of soil	t/ha
108	<i>SDHUM</i>	Humified organic biomass produced from decomposition of: <i>SDPM0</i> of soil	t/ha
109	<i>SHUM1</i>	<i>SRPM0</i> of soil	t/ha
110	<i>SHUM2</i>	<i>SBIO0</i> of soil	t/ha
111	<i>SHUM3</i>	<i>SHUM0</i> of soil	t/ha
112	$SDCO_2$	Quantity of $CO_2$ produced from decomposition of: <i>SDPM0</i> of soil	t/ha
113	$SR1CO_2$	<i>SRPM0</i> of soil	t/ha
114	$SR2CO_2$	<i>SBIO0</i> of soil	t/ha

115	$SR3CO_2$	$SHUM0$ of soil	t/ha
116	$S_mBIO_{rst}$	Total annual value of microbial biomass produced: from plant residues	t/ha
117	$S_mBIO_{soil}$	from soil organic material	t/ha
118	$S_mBIO_{FYM}$	from material of organic fertilizers	t/ha
119	$SMCHrs$	Total annual value of methane produced from the current year's plant residues and PYUPR	kgCH/ha
120	$SMCHfm$	Total annual value of methane produced from fertilizers	kgCH/ha
121	$SMCHso$	Total annual value of methane produced from soil	kgCH/ha
122	$SMCHPL$	Total annual value of methane produced from the area (field)	kgCH/ha
1	2	3	4
123	$S_mHUM_{rst}$	Total annual value of humified mass produced from: plant residues	t/ha
124	$S_mHUM_{soil}$	from soil organic material	t/ha
125	$S_mHUM_{FYM}$	from material of organic fertilizers	t/ha
126	$S_mCO_2(rst)$	Total annual value of $CO_2$ produced from decomposition of: plant residues	t/ha
127	$S_mCO_2(soil)$	from soil organic material	t/ha
128	$S_mCO_2(FYM)$	from material of organic fertilizers	t/ha
129	$TOC$	Total soil carbon content	t/ha
130	$TSMD$	Current soil moisture deficit	mm
131	$TSMD_{max}$	Maximum soil moisture deficit	mm
132	$T$	Average monthly air temperature	°C
133	$TS$	Average monthly soil temperature at 20 cm depth	°C
134	$U_r$	Main production yield	t/ha
135	$U_{rs}$	Plant residues	t/ha



136	$U_{rst}$	Plant residues per month of vegetation growth	t/ha
137	$C_{CO_2}$	Quantity of CO <sub>2</sub> produced during mineralization	kgC/ha
138	$hgr$	Ground water level	cm
139	$M_{fum}$	Amount of applied organic fertilizers	t/ha
140	$N_d$	Quantity of nitrogen produced during denitrification	kgN/ha
141	$N_n$	Quantity of nitrified nitrogen	kgN/ha
142	$N_{fert}$	Quantity of nitrogen applied with mineral fertilizers	kgN/ha
143	$N_{imm}$	Nitrogen immobilization	kgN/ha

1	2	3	4
144	$N_{inf}$	Removal of nitrates from a 0-50 cm soil layer	kgN/ha
145	$N_{NH_4}$	Ammonia quantity in soil	kgN/ha
146	$N_{NO_3}$	Nitrates quantity in soil	kgN/ha
147	$N_{d,N_2}$	Quantity of gas emitted in the form of N <sub>2</sub> during denitrification	kgN/ha
148	$N_{d,N_2O}$	Quantity of gas emitted in the form of N <sub>2</sub> O during denitrification	kgN/ha
149	$N_{n,NO}$	Quantity of gas emitted in the form of NO during nitrification	kgN/ha
150	$N_{n,N_2O}$	Quantity of gas emitted in the form of N <sub>2</sub> O during nitrification	kgN/ha
151	$N_{v,fert}$	Ammonia loss due to volatilization during application of mineral fertilizers	kgN/ha
152	$N_{v,fum}$	Ammonia loss due to volatilization during application of organic fertilizers	kgN/ha
53	pH	Soil acidity	relative unit
154	$R$	Precipitation total	mm

155	$SMC_{fum}$	Decomposition rate of organic material of fertilizers – carbon formation	tC/ha-month
156	$SMC_{rst}$	Decomposition rate of plant residues – carbon formation	tC/ha-month
157	$SMC_{soil}$	Decomposition rate of soil organic material – carbon formation	tC/ha-month
158	$SMN_{fum}$	Mineralization rate of organic material of fertilizers – ammonia formation	kgN/ha-month
159	$SMN_{rst}$	Mineralization rate of plant residues – ammonia formation	kgN/ha-month
160	$SMN_{soil}$	Mineralization rate of soil organic matter – ammonia formation	kgN/ha-month
1	2	3	4
161	$T$	Air temperature	°C
162	$TMN_{N_2O}$	Total emission of nitrous oxide	kgN/ha
163	$W$	Moisture stock in the 0-50 cm layer	mm
164	$W_{inf}$	Moisture infiltration outside the 0-50 cm layer	mm